AEROKLUB PRL



WYPOSAŻENIE SZYBOWCÓW

SZKOLENIE SZYBOWCOWE

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI



AEROKLUB POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

WYPOSAŻENIE SZYBOWCÓW



WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI

opracowali

inż. STANISŁAW KOSTKA, WITOLD TRACZ i KRZYSZTOF TRZPIL

Książka zawiera opis budowy, zasad działania oraz użytkowania elementów wyposażenia szybowców, a więc spadochronu ratowniczego, przyrządów pokładowych oraz radiotelefonu pokładowego. Książka przeznaczona jest przede wszystkim dla kandydatów na pilotów szybowcowych, pilotów oraz instruktorów szybowcowych

Okładkę projektował
KRZYSZTOF RACINOWSKI

Redaktor
TERESA DRZAL

Redaktor techniczny
ALINA CZARNECKA

Korektor
HANNA KLIMCZUKOWA

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI — WARSZAWA 1967
Wydanie pierwsze. Nakład 3000+200 egz. Ark. druk. 2,5, ark. wyd. 3,2. Oddano do składania 20.X.1967. Podpisano do druku i druk ukończono w styczniu 1968. Papier druk. sat. kl. III, 80 g. 70×100. Zam. P/183/67 K/5470. Cena zł 10.—

Zakł. Graf. „Tamka", Zakł .nr 1, W-wa. Zam. 1897/67. T-91.

BIBLIOTEKA AEROKLUBU POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

W cyklu wydawniczym Biblioteki Aeroklubu PRL przygotowywanym przez Dział Szkolenia Lotniczego Zarządu Głównego Aeroklubu PRL pierwszą serię stanowi „Szkolenie Szybowcowe".

W serii tej znajdzie Czytelnik pełny materiał szkoleniowy obejmujący wiadomości z zakresu szkolenia szybowcowego, niezbędne do otrzymania srebrnej odznaki oraz licencji pilota szybowcowego. Seria ta obejmuje następujące tematy, ujęte w 11 broszurach: historia lotnictwa, przepisy lotnicze, mechanika lotu, ~~meteorologia~~, nawigacja, medycyna lotnicza, budowa szybowców, wyposażenie szybowców, urządzenia startowe, ~~eksploatacja szybowców i zasady pilotażu.~~

Każda broszura z omawianej serii stanowi odrębną całość tematyczną i może służyć za materiał samokształceniowy lub za pomocniczy podręcznik dla słuchaczy odpowiednich kursów teoretycznych. **Tematy kontrolne podane na końcu każdej broszury są jednocześnie pytaniami Lotniczej Komisji Egzaminacyjnej** przeprowadzającej egzaminy na licencję pilota szybowcowego.

Czytelnicy interesujący się lotnictwem, lecz nie zajmujący się praktycznym szkoleniem lotniczym, znajdą w naszym cyklu interesującą lekturę, wyjaśniającą przystępnie zagadnienia lotnictwa.

Dział Szkolenia Lotniczego Aeroklubu PRL

SPIS TREŚCI

Rozdział I

SPADOCHRON

Spadochron jest sprzętem ratowniczym. Służy on do ratowania życia członków załogi statku powietrznego w czasie wypadku lotniczego, kiedy wszystkie inne sposoby ratowania życia zawiodły lub okazały się niemożliwe do zastosowania.

1. Budowa spadochronu

Każdy spadochron ratowniczy, bez względu na typ, składa się z następujących zasadniczych części: pilocik, czasza, linki nośne, uprząż oraz pokrowiec. Omówimy je kolejno.

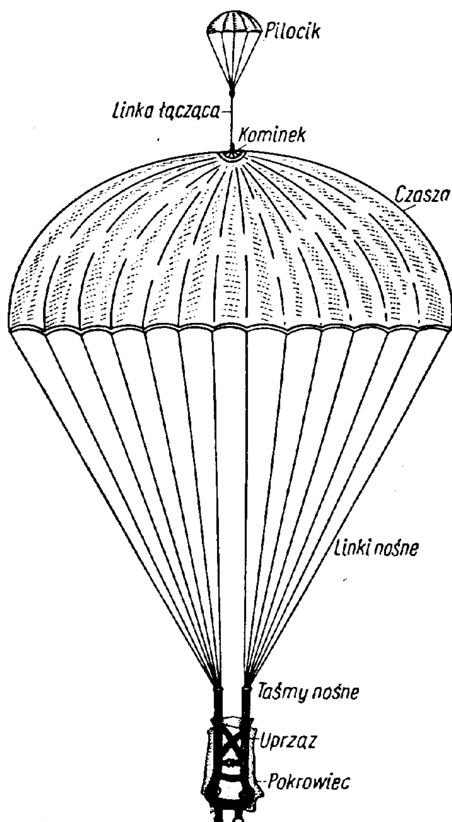
Pilocik jest to mały spadochronik wykonany z jedwabiu naturalnego lub z tworzywa sztucznego. Powierzchnia jego wynosi około 1 m². Pilocik spadochronu plecowego jest zaopatrzony w sprężynę, która odrzuca pilocik od ciała spadającego w powietrzu pilota oraz przyspiesza jego otwieranie. Pilociki spadochronów siedzeniowych zazwyczaj sprężyn nie mają. Rolę ich spełniają tak zwane fartuszki przyszyte do jednej z klap pokrowców, zaopatrzonej w gumki ściągające (amortyzatorki).

Pilociki mogą być okrągłe, kwadratowe, sześcio- lub ośmiokątne. Linki pilocika w liczbie 6÷9 — zależnie od rodzaju spadochronu, wykonane są z jedwabiu lub z tworzywa sztucznego.

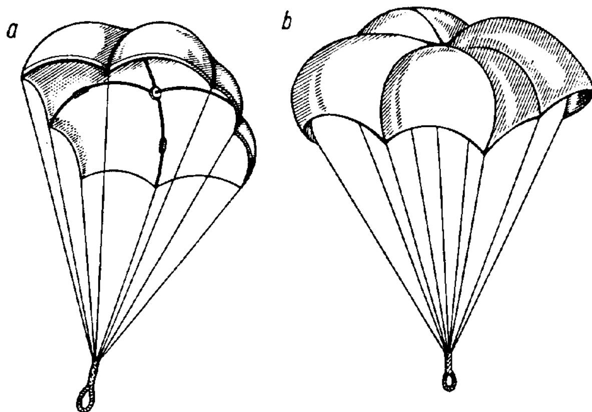
Pilocik przeznaczony jest do szybkiego i prawidłowego wyciągania czaszy spadochronu z pokrowca. Działanie jego w dużym stopniu przyczynia się do prawidłowego przebiegu procesu otwierania się spadochronu w powietrzu. Pilocik jest przymocowany cienką linką do górnej części czaszy spadochronu.

Czasza spadochronu ratowniczego może być okrągła, kwadratowa lub w kształcie dwudziestoboku. Jest ona wykonana z jedwabiu naturalnego lub stylonu (tworzywa sztucznego). Wielkość czasz waha się w granicach 42 ÷ 56 m². Budowa, kształt i materiał zależą od typu spadochronu.

Czasza służy do zmniejszenia prędkości opadania w powietrzu.

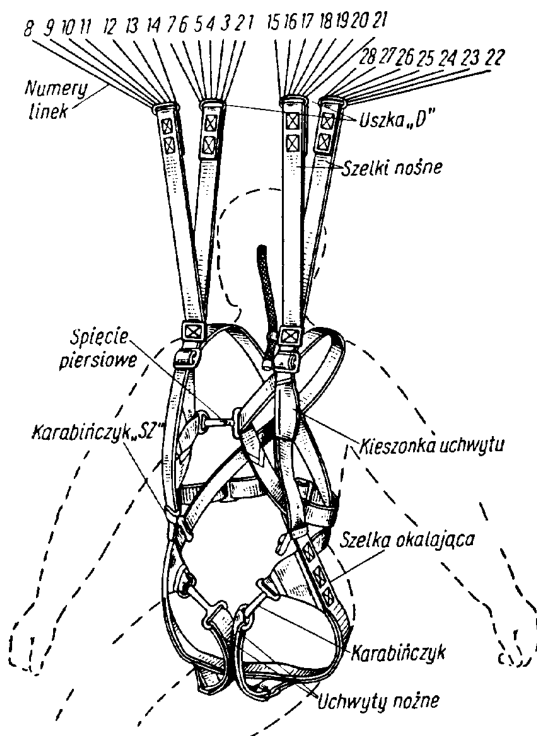


Rys. 1. Ogólny widok otwartego spadochronu



Rys. 2. Pilocik sztywny (a) i miękki (b)

Linki nośne łączą czaszę spadochronu z uprzężą; są wykonane z jedwabiu lub stylonu. W czaszach okrągłych linki są wszyte w tzw. szwy promieniste czaszy. W spadochronach kwadratowych oraz w spadochronach zbudowanych w kształcie dwudziestoboku linki nośne przymocowane są do dolnego obrzeża czaszy. Liczba linek wynosi 24 ÷ 28, a długość około 5 ÷ 6 m. Linki łączą się z taśmami uprzęży spadochronu.



Rys. 3. Uprząż spadochronu ratowniczego

Uprząż wykonana jest z taśm parcianych lub stylonowych. Służy ona do dokładnego dopasowania spadochronu do ciała pilota, bez względu na jego wzrost i tuszę, oraz do równomiernego rozłożenia siły szarpnięcia w chwili otwierania się spadochronu. Uprząż składa się z taśm nośnych, głównej szelki okalającej, spięcia piersiowego i dwóch uchwytów nożnych. Zaopatrzona jest w uszka *D* i klamry regulujące oraz karabińczyki lub szybkoodpinacz (zamek centralny). Do uprzęży spadochronu przymocowany jest pokrowiec.

Pokrowiec służy do umieszczenia w nim złożonego do skoku spadochronu. Jest on wykonany z brezentu i może mieć wszytą wewnątrz ramkę usztywniającą. Wewnątrz pokrowca znajdują się kieszonki do wsznurowywania linek nośnych.

Do pokrowca i uprzęży zamocowane jest urządzenie otwierające i zamykające spadochron, w skład którego wchodzą: oczka i stożki metalowe, fartuszek pilocika, gumki ściągające, uchwyt z linką wyzwalającą w wężu elastycznym i kieszonka uchwytu. Na jednej z klap pokrowca znajduje się pieczęć wytwórni oraz kolejny rumer rejestru państwowego. Każdy spadochron ma brezentową torbę transportową, służącą do przenoszenia lub przewożenia spadochronu.

Ratownicze spadochrony siedzeniowe służą za poduszkę do siedzenia w czasie lotu, spadochrony plecowe zaś spełniają rolę miękkiego oparcia. Spadochrony używane do lotów z dużymi prędkościami mają specjalną osłonę czaszy, która zabezpiecza ją przed przepaleniami powstałymi na skutek ewentualnego tarcia przy otwieraniu się spadochronu oraz nieco przedłuża i porządkuje proces otwierania, co z kolei zmniejsza siłę szarpnięcia działającą na ciało skaczącego.

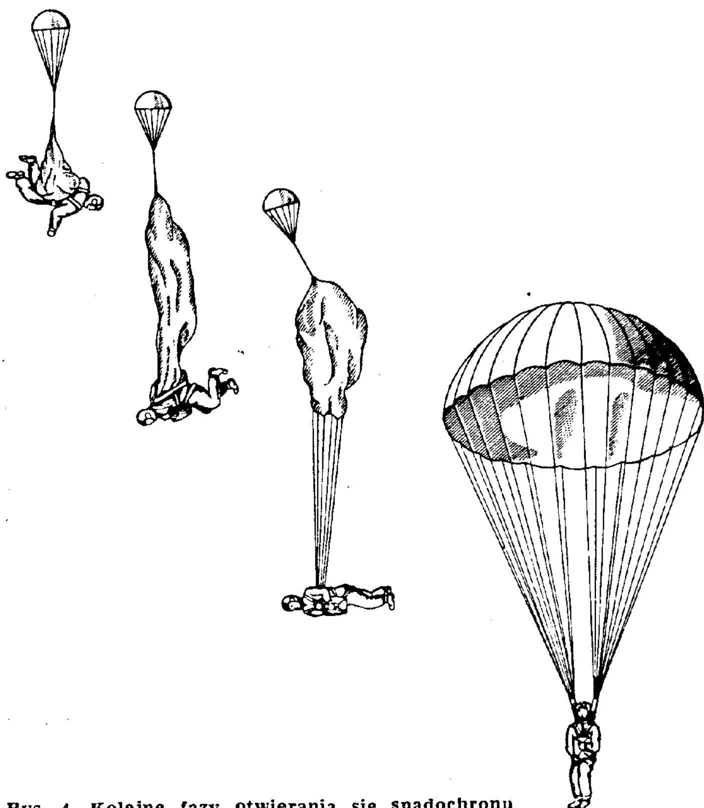
Podstawowymi cechami spadochronu ratowniczego są: niezawodne działanie we wszystkich sytuacjach, mała objętość, mały ciężar, duża wytrzymałość poszczególnych elementów i materiałów, łatwość użycia i posługiwania się nim w czasie skoku, szybkie otwieranie się, stateczne i łagodne opadanie oraz gwarancja jego szybkiego i prawidłowego działania w czasie skoku z minimalnej wysokości przy minimalnej i maksymalnej prędkości lotu.

Materiały użyte do budowy spadochronów muszą odpowiadać określonym wymaganiom wytrzymałości na zerwanie, a mianowicie:

— linka nośna 150 ÷ 180 kG,
— pas uprzęży 1200 kG,
— materiał czaszy (pasek 12 cm × 5 cm) 50 kG,
— części metalowe 1000 ÷ 3000 kG.

Współdziałanie części w czasie otwierania się spadochronu. Aby otworzyć spadochron, należy silnie wyszarpnąć uchwyt z kieszonki przymocowanej do uprzęży na lewej piersi pilota. Wyszarpnięcie uchwytu spowoduje wyciągnięcie ze stożków zawleczek linki wyzwalającej. Zwolnione w ten sposób klapy pokrowca, pod wpływem naciągniętych ściągaczy gumowych zostają odrzucone na boki. Z wewnątrz wydostaje się pilocik, wypełnia się powietrzem i ciągnie za sobą złożoną w pokrowcu czaszę spadochronu wraz z linkami, które wyplatają się z kieszonek. Wypełniająca się powietrzem czasza wyciąga resztę

linek. Cały cykl otwierania się spadochronu od wyszarpnięcia uchwytu do całkowitego otworzenia się spadochronu trwa około 1,7 do 2,5 sek. W tym czasie spadający skoczek przebywa odległość około 75 m.



Rys. 4. Kolejne fazy otwierania się spadochronu

2. Dokumenty spadochronu

Każdy nowo wyprodukowany spadochron ratowniczy otrzymuje specjalną „książkę spadochronu osobowego", tzw. metrykę spadochronu. Metryka jest nieodłącznym dokumentem spadochronu przez cały czas jego eksploatacji. Spadochron nie wyposażony w metrykę nie może być używany do lotów. W metryce zapisana jest data produkcji, typ i przeznaczenie spadochronu, numer fabryczny i rejestracyjny, ewentualne zastrzeżenia i ograniczenia oraz znajdują się podpisy i pieczątki kontroli technicznej, odbiorcy, układaczy i użytkowników.

Jeśli spadochron był poddany próbie w powietrzu, to wynik tej próby także jest zapisany w metryce. W metryce spadochronu jest wpisane i poświadczone przez Głównego Inspektora Kontroli Cywilnych Statków Powietrznych świadectwo rejestracji spadochronu. W czasie eksploatacji do metryki wpisuje się wszystkie okresowe wietrzenia i układania spadochronu, wykonane na spadochronie skoki, drobne naprawy i wszystkie uwagi dotyczące warunków przechowywania i pracy spadochronu.

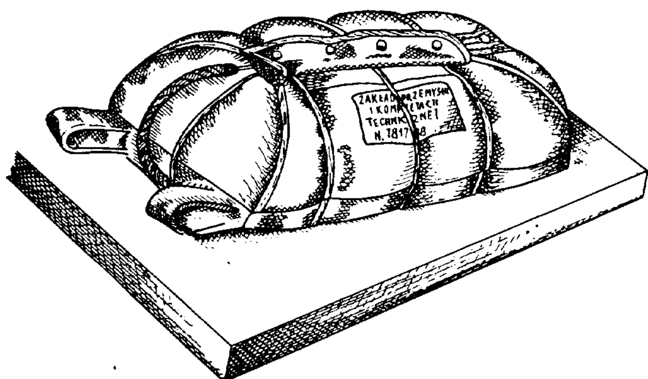
Każdy ratowniczy spadochron osobowy podlega okresowej kontroli i przeglądom dokonywanym jeden raz w roku przez rzeczoznawcę spadochronowgeo IKCSP. Rzeczoznawca wpisuje wyniki przeglądu do świadectwa oględzin, które znajduje się także w metryce spadochronu. Świadectwo takie zostaje wypełnione w dwóch egzemplarzach, z których jeden (A) pozostaje w metryce, a drugi (B) jest przechowywany w aktach. Podstawą dopuszczenia spadochronu do eksploatacji jest ważne świadectwo oględzin. Drugim dokumentem spadochronu ratowniczego, znajdującym się zawsze w małej kieszonce pokrowca spadochronu, jest tzw. „kontrolka", czyli złożona na pół kartka z wypisanym typem i numerem spadochronu oraz pieczątką użytkownika (nazwa aeroklubu). Wewnątrz kontrolki wpisuje się każde złożenie spadochronu do skoku opatrzone datą położenia oraz podpisem układacza i użytkownika (pilota lub instruktora).

3. Krótkie charakterystyki szybowcowych spadochronów ratowniczych

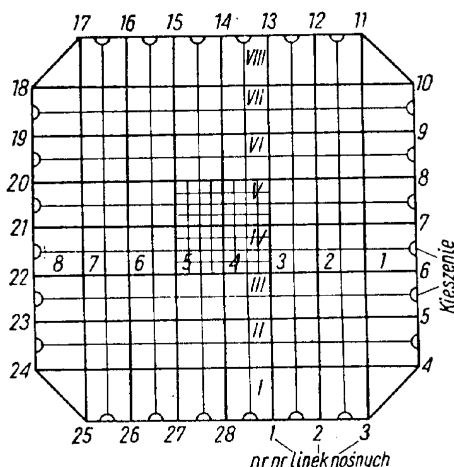
SPS-3. Siedzeniowy ratowniczy spadochron pilota, używany na szybowcach i samolotach. Uprząż, wykonana z taśm półlnianych lub stylonowych, jest zaopatrzona w zamek centralny (szybkoodpinacz). Pilocik miękki z tkaniny jedwabnej, o powierzchni 0,8 m², ma 8 linek skrajnych i 1 linkę środkową. Czasza spadochronu kwadratowa z obciętymi rogami, wykonana z 8 pasów z tkaniny stylonowej, kratkowanej, o powierzchni 56,5 m². W części środkowej czasza jest dodatkowo wzmocniona. Spadochron ten ma 28 stylonowych linek nośnych przymocowanych z jednej strony do dolnego obrzeża czaszy, a z drugiej do uprzęży. Na zewnętrznej stronie dolnego obrzeża czaszy naszyte są 24 kieszenie z jedwabiu gładkiego, ułatwiające otwieranie się czaszy spadochronu.

Spadochron SPS-3 przy ciężarze skoczka ze spadochronem 100 kG, zapewnia prawidłowe działanie przy skoku z natychmiastowym otwarciem z lotu poziomego z prędkością do 300 km/godz. Minimalna bezpieczna wysokość skoku z natych-

miastowym otwarciem wynosi 100 m przy prędkości 100 ÷ 120 km/godz. Prędkość opadania nie większa niż 6 m/sek. Spadochron ten jest pewny w użyciu i stateczny podczas opadania dzięki materiałowi czaszy odznaczającemu się dużą przepuszczalnością powietrza. Całkowity ciężar spadochronu wynosi 12,4 kG.



Rys. 5. Ogólny widok plecowego spadochronu ratowniczego

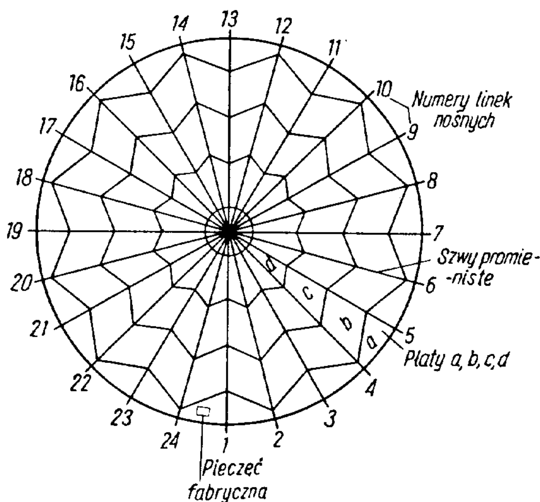


Rys. 6. Budowa czaszy spadochronu SPS-3. Cyframi arabskimi oznaczone są pasy, a cyframi rzymskimi kwadraty z taśm wzmacniających

SP-3. Plecowy ratowniczy spadochron pilota używany głównie do lotów szybowcowych. Spadochron ten ma pilocik sztywny (sprężynowy). Czasza spadochronu okrągła, wykonana z naturalnego jedwabiu gładkiego. Powierzchnia czaszy 42 m²



Rys. 7. Zamek centralny (szybkoodpinacz) spadochronu SP-3

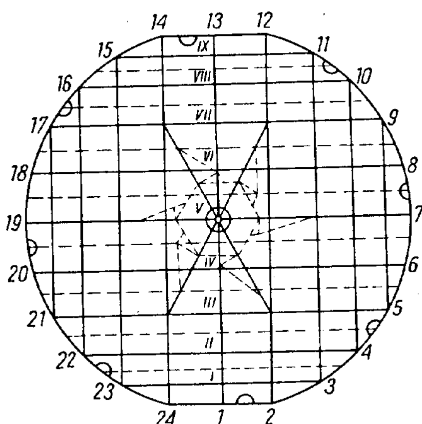


Rys. 8. Budowa czaszy spadochronu SP-3

uszyta z 24 klinów; każdy klin wykonany z 4 płatów, rys. 8*a*, *b*, *c*, *d*). W górnej części czaszy znajduje się otwór, tzw. „kominek", przez który uchodzi nadmiar zgęszczonego powietrza, jakie nagromadza się w czaszy podczas opadania. Dzięki za-

stosowaniu kominka uzyskano stateczne (bez wahań) opadanie spadochronu. Jedwabne linki wszyte są w czaszę i krzyżują się w kominku. Każda z linek jest przyszyta do czaszy szwem zygzakowatym czterokrotnie, na odcinku między dolnym obrzeżem czaszy a kominkiem. Liczba linek nośnych — 24. Na pierwszym klinie czaszy jest pieczęć fabryczna, od której w prawo liczy się linki i kliny. Uprząż wykonana z pasów parcianych lub stylonowych, ma regulujące klamry i trzy karabińczykowe zapięcia. Pokrowiec jest usztywniony ramką.

Prędkość opadania na tym spadochronie wynosi 6 ÷ 7 m/sek. Minimalna dopuszczalna wysokość skoku z lotu poziomego z natychmiastowym otwarciem spadochronu wynosi 100 m. Maksymalna dopuszczalna prędkość lotu w czasie skoku z natychmiastowym otwarciem spadochronu — 225 km/godz według prędkościomierza.



Rys. 9. Budowa czaszy spadochronu SP-5

SP-5. Plecowy ratowniczy spadochron pilota, zbudowany na licencji radzieckiej. Pilocik sztywny o powierzchni 0,65 m² w kształcie sześciokąta. Czasza spadochronu o powierzchni 46 m² wykonana ze stylonu kratkowanego ma kształt dwudziestoboku wpisanego w koło o średnicy ok. 7,85 m. Stateczność zabezpiecza rodzaj materiału oraz otwór w górnej części czaszy o średnicy 480 mm. Czasza uszyta z 9 pasów, w tym z jednego pasa środkowego, sześciu pasów równoległych i dwóch pasów skrajnych. W celu zwiększenia wytrzymałości, czasza od strony zewnętrznej ma wzmocnienia z taśm stylonowych. W górnej części czaszy po stronie zewnętrznej znajduje się stabilizator, składający się z 6 płatów i 6 klinów. Zadaniem stabilizatora jest ułatwienie procesu prawidłowego

przebiegu otwierania się spadochronu w powietrzu. Na dolnym obrzeżu jest naszytych 8 kieszonek, które wypełniając się powietrzem przyspieszają otwieranie się czaszy. Spadochron ten ma 24 linki nośne wykonane ze stylonowej plecionki. Uprząż ze stylonowych taśm ma trzy karabińczykowe zapięcia. Pokrowiec miękki w kształcie prostokąta.

Prędkość opadania na tym spadochronie nie większa niż 6 m/sek. Minimalna wysokość skoku z natychmiastowym otwarciem spadochronu 100 m. Dopuszczalna maksymalna prędkość skoku — 250 km/godz według prędkościomierza.

4. Układanie spadochronu do skoku (bezpośrednia pomoc w układaniu)

Każdy spadochron ratowniczy powinien być co 30 dni rozwieszany na okres 24 godzin w celu przewietrzenia, a następnie poddawany przeglądowi, wykonywanemu przez instruktora lub układacza. Po przeglądzie, osoba posiadająca ważną licencję mechanika obsługi naziemnej o specjalności spadochronowej, tzw. „układacz spadochronów", przystępuje do układania spadochronu do skoku. W czasie układania spadochronu ratowniczego do skoku użytkownik spadochronu (pilot lub instruktor) spełnia funkcję pomocnika układacza.

Spadochrony układa się w specjalnym pomieszczeniu o stałej temperaturze i wilgotności, w tzw. spadochroniarni. W pomieszczeniu tym znajdują się specjalne stoły o długości minimum 12 metrów, służące do układania spadochronów. Przed przystąpieniem do układania stół spadochronowy powinien być wytarty z kurzu i przejrzany, czy nie ma na nim uszkodzeń mechanicznych, zadarć, zadrapań lub tp. W warunkach polowych można układać spadochrony na tzw. stołach polowych, czyli długich, brezentowych płachtach rozłożonych na trawie. Należy unikać układania spadochronu pod bezpośrednim działaniem promieni słonecznych. Spadochron powinien być składany do skoku przez dwie osoby. Na ułożenie, przegląd i wypełnienie dokumentów jednego spadochronu przeznacza się czas 1 godz. Do układania spadochronu używa się następujących przyrządów pomocniczych:

a) haczyk do zaplatania linek nośnych,
b) linijka drewniana o gładkiej powierzchni i zaokrąglonych brzegach,
c) 3 ÷ 5 ciężarków (woreczków brezentowych) o ciężarze 2,5 kG każdy,
d) 3 stalowe szpilki z pętelkami na końcu,
e) jedwabny sznurek o długości 1 metra do zaciągania klap pokrowca,

f) plombownica, plomby i czerwone nici jedwabne do plombowania złożonego spadochronu.

Układanie spadochronu do skoku ma na celu umieszczenie go w pokrowcu i zapięcie w ten sposób, aby był przygotowany do natychmiastowego użycia. Od dokładnego i zgodnego z instrukcją ułożenia spadochronu zależy jego niezawodne działanie w powietrzu. Osoby biorące udział w układaniu spadochronu do skoku muszą być ubrane w czyste, nie poplamione ubranie (najlepiej w biały fartuch), muszą mieć czyste ręce i krótko obcięte paznokcie, aby nie zadzierać delikatnej tkaniny. Szczególnie podatny do zaciągnięć i zadarć jest kratkowany stylon spadochronów SP-5 i SPS-3. Układanie spadochronu do skoku rozpoczyna się od rozłożenia spadochronu na stole i ułożenia czaszy. Po ułożeniu czaszy kontroluje się linki (czy nie są splątane lub wyciągnięte). Po ułożeniu czaszy pieczęć fabryczna powinna być na wierzchu, linki wyciągnięte na całą długość i wyrównane, a pokrowiec z uprzężą powinien leżeć na stole w taki sposób, jakby ubrany w nie skoczek leżał plecami do góry.

Następną czynnością jest zaplatanie haczykiem linek nośnych do kieszonek pokrowca. W czasie zaplatania linki nie mogą być skręcone lub nierówno wyciągnięte. Czaszę układa się w harmonijkę na zaplecionych linkach, po czym składa się pilocik i zamyka pokrowiec za pomocą oczek i stożków metalowych oraz zawleczek linki wyzwalającej. Natychmiast po ułożeniu plombuje się zawleczki zapinające pokrowiec oraz wypełnia się dokumenty spadochronu wpisując do metryki datę i okres wietrzenia i przeglądu oraz datę i rodzaj ułożenia. Układacz i użytkownik stwierdzają powyższe dane własnoręcznymi podpisami. Do kontrolki wpisuje się tylko datę ułożenia do skoku i składa się podpisy. Ułożony spadochron wkłada się do torby transportowej i przechowuje w szafie spadochronowej. Po upływie 30 dni bez względu na to, czy był on używany do lotów, czy też nie, należy wszystkie czynności wietrzenia, przeglądu i układania wykonać ponownie.

5. Eksploatacja spadochronu ratowniczego w dniu lotnym

Bezpośrednio przed rozpoczęciem lotów instruktorzy (piloci) zgłaszają się do spadochroniarni w celu pobrania spadochronów. Pobranie spadochronów kwitują w książce wydawania spadochronów, sprawdzając ich stan zewnętrzny, plombę oraz ważność ułożenia (datę ułożenia zapisaną w kontrolce). Spadochrony są przenoszone do szybowców zapakowane w torbach transportowych. Zezwala się przewozić spadochrony samochodami pod warunkiem, że na samochodzie nie będą się

znajdowały żadne inne przedmioty, które w zetknięciu ze spadochronami mogą spowodować ich uszkodzenie lub zniszczenie, jak np. akumulatory, kwasy, benzyna, chemikalia, tłuszcze, oleje, smary i ostre żelastwa. Samochód powinien być czysty, suchy, wysłany brezentem. Na brezencie układa się spadochrony w torbach i przykrywa drugim brezentem, w celu ochrony przed kurzem, słońcem i wilgocią. Zabrania się przewozić spadochrony, nie zabezpieczone specjalnie, jako przesyłkę bagażową lub oddawać je do przechowalni kolejowej. Spadochrony można przewozić pociągiem (np. wracając z przelotu, itp.), lecz tylko jako bagaż osobisty. Natomiast nadawanie na bagaż wymaga zapakowania spadochronów w wybite blachą i zaplombowane skrzynie.

Po przybyciu na start spadochrony należy złożyć w miejscu suchym i zacienionym. Można je położyć w wozie startowym, w kabinach lub ewentualnie pod skrzydłem. Nie wolno przyciskać nimi skrzydeł szybowców ani siadać na nich. Należy unikać kładzenia spadochronu bezpośrednio na ziemi. W razie nocowania w terenie przygodnym pilot powinien zawsze mieć spadochron przy sobie; nie wolno pozostawiać spadochronu w polu przy szybowcu, nawet pod opieką. Jeżeli lądowanie nastąpiło na obcym lotnisku, to na noc należy zdać spadochron do spadochroniarni.

Natychmiast po zakończeniu lotów (do 1 godz) zapakowane w torbach spadochrony piloci odnoszą do spadochroniarni. Pakując spadochrony do toreb, należy zwolnić ściągacze gumowe (amortyzatory) i zwrócić uwagę na numery torby i spadochronu, aby ich nie zamienić.

Podczas nocnych lotów trzeba ochronić spadochron przed zetknięciem z akumulatorami. W czasie zdawania spadochronu po lotach należy meldować o wszystkich zauważonych drobnych uszkodzeniach, zabrudzeniach itp., powstałych w czasie użytkowania spadochronu w dniu lotnym.

6. Przechowywanie spadochronów

Spadochrony przechowuje się w spadochroniarni. Spadochroniarnia i warunki przechowywania spadochronów powinny odpowiadać wymogom ustalonym przez władze lotnictwa cywilnego i Polski Komitet Normalizacyjny, zapewniającym niezawodne działanie w powietrzu i długą żywotność spadochronu. Tylko spadochron właściwie konserwowany i eksploatowany jest w 100% pewny w użyciu.

Spadochroniarnia powinna być pomieszczeniem obszernym, dobrze wietrzonym, jasnym i suchym. W ciągu całego roku należy utrzymywać temperaturę w granicach od 0° do 30°C,

a wilgotność powietrza od 40 do 70%. Okna powinny być zabezpieczone przed działaniem słońca przez zamalowanie szyb lub stosowanie zasłon. Należy bowiem pamiętać, że promienie słońca w znacznym stopniu osłabiają tkaninę. Dlatego też spadochrony można suszyć tylko w spadochroniarniach lub w zacienionych, przewiewnych pomieszczeniach. Podłogę spadochroniarni pokrywa się linoleum, tworzywem sztucznym lub masą pyłochłonną. Spadochroniarnię należy sprzątać przy użyciu odkurzacza.

Poza stołami do układania, w spadochroniarni znajdują się szafy do przechowywania spadochronów. Szafy te mają zazwyczaj 6÷8 oddzielnych półek; na każdej półce leżą dwa spadochrony ratownicze. Wnętrze szaf powinno być obite blachą, a w ścianach szaf powinny się znajdować otwory do cyrkulacji powietrza oraz kieszeń na przechowywanie metryki spadochronu. Na zewnątrz znajdują się tabliczki z wypisanym typem i numerem spadochronu znajdującego się na danej półce.

Spadochroniarnia powinna być wyposażona w termometr i higrometr z miesięcznym wykresem temperatury i wilgotności oraz wszelkie niezbędne instrukcje; nie wolno natomiast przechowywać przedmiotów nie należących do sprzętu spadochronowego lub wyposażenia spadochroniarni.

Spadochrony nie będące w eksploatacji, a leżące w magazynie, układa się luźno w torbie transportowej, oddzielając pokrowcem części metalowe i uprząż od czaszy. Takie ułożenie nazywamy „magazynowym".

7. Przygotowanie spadochronu do skoku

Przed zajęciem miejsca w szybowcu należy przygotować spadochron do użycia. W tym celu po wyjęciu go z torby transportowej trzeba naciągnąć ściągacze gumowe zwracając uwagę na to, aby nie zablokować nimi pokrowca spadochronu. Następną czynnością powinno być dopasowanie uprzęży do wzrostu i tuszy pilota za pomocą przesuwania ruchomych klamer regulujących rozmiar uprzęży. Spadochrony siedzeniowe należy dopasowywać w pozycji siedzącej, a spadochrony plecowe w takiej pozycji, w jakiej pilot ma wykonywać lot na danym typie szybowca (siedząca, półleżąca).

Po dokonaniu powierzchniowych oględzin i sprawdzeniu stanu zawleczek i plomby można zakładać spadochron uważając, aby nie pociągnąć za uchwyt wyzwalający lub szelkę nośną, co może spowodować otwarcie pokrowca lub wyciągnięcie szelki z linkami. Torbę transportową należy umieścić w bagażniku lub w kabinie tak, aby nie wypadła w czasie

lotu (utrudnienie pilotowania, zablokowanie itp.). Wszelkie poprawiania ułożenia, powtórne zapinanie pokrowca po przypadkowym otworzeniu spadochronu na ziemi itp. czynności są zabronione. Może je dokonywać tylko uprawniony układacz spadochronów posiadający ważną licencję. Jedynymi dopuszczalnymi poprawkami, jakie mogą dokonywać piloci na starcie, jest: wymiana ściągacza gumowego oraz tzw. zaprawienie pokrowca, czyli wepchnięcie do wewnątrz i wyrównanie brzegów klap pokrowca w taki sposób, aby nie było widać na zewnątrz materiału czaszy spadochronu. Przy zaprawianiu należy uważać, aby nie spowodować zadarcia lub zaciągnięcia materiału czaszy.

8. Skoki ratownicze

Skokami ratowniczymi lub skokami przymusowymi nazywamy skoki związane z ratowaniem życia członków załogi statku powietrznego w czasie grożącego niebezpieczeństwa, kiedy wszystkie inne sposoby uratowania życia zawiodły i nie ma możliwości przeprowadzenia przymusowego lądowania bez narażenia życia. We wszystkich powyższych rodzajach wypadków obowiązkiem załogi jest ratowanie się przez wykonanie skoku ratowniczego ze spadochronem. Cały personel latający w okresie szkolenia musi przejść obowiązkowo teoretyczne przeszkolenie spadochronowe zakończone egzaminem.

Wskazane jest, a w niektórych rodzajach lotnictwa obowiązkowe, ukończenie praktycznego przeszkolenia spadochronowego w skokach z samolotu. W związku z tym, że przymusowy skok ze spadochronem należy wykonywać najczęściej w warunkach lotu najbardziej nieodpowiednich i trudnych, kiedy ułamki sekund mogą decydować o uratowaniu życia, bardzo ważne jest szybkie działanie, prawidłowa i szybka ocena sytuacji oraz całkowita automatyzacja czynności. Stosunkowo duża liczba wykonanych skoków ratowniczych w różnych rodzajach lotnictwa potwierdza fakt, że zdecydowanie lepiej radzą sobie w czasie wypadku piloci, którzy przeszli praktyczne przeszkolenie spadochronowe.

Należy wiedzieć o tym, że w lotnictwie sportowym najwięcej skoków ratowniczych wykonano z szybowców przeważnie w czasie szybowcowych lotów wyczynowych. Wskazuje to na konieczność zwrócenia bacznej uwagi na opanowanie obowiązkowej teorii i wyrobienie nawyków (zautomatyzowanie czynności) przy skoku przymusowym u pilotów i uczniów-pilotów szybowcowych. Na szybowcach dwumiejscowych dowódcą załogi szybowca jest instruktor lub pilot i on jest odpowiedzialny za podjęcie decyzji o wykonaniu skoku ratowniczego.

wydanie komendy i udzielenie ewentualnej pomocy drugiemu pilotowi lub pasażerowi. Dowódca załogi może opuścić szybowiec tylko ostatni lub jednocześnie z drugim członkiem załogi. Jedynie kiedy drugi członek załogi jest ranny lub nieprzytomny, a wysokość gwałtownie maleje i dowódca nie może sam nic mu pomóc, może on opuścić pokład szybowca.

Spadochrony ratownicze używane na szybowcach gwarantują uratowanie życia przy skoku z minimalnej wysokości 100 m pod warunkiem, że prędkość lotu poziomego w chwili wyskoku nie będzie wynosiła mniej niż 100 ÷ 120 km/godz. i spadochron będzie otwierany natychmiast po oddzieleniu się od szybowca. Zależnie od rodzaju wypadku, aktualnej sytuacji, położenia szybowca, jego prędkości oraz wysokości, należy stosować odpowiednią metodę i technikę skoku ratowniczego. Zawsze jednak przed opuszczeniem szybowca pilot powinien zachować całkowity spokój, co jest warunkiem trzeźwej i prawidłowej oceny aktualnej sytuacji, oraz wykonać następujące czynności:

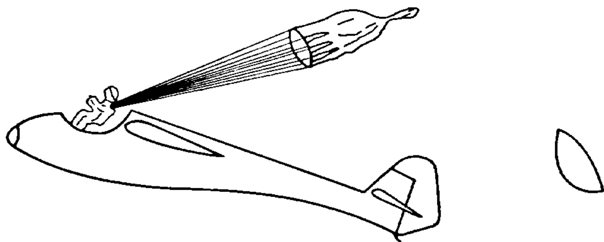
1) szybko określić rodzaj wypadku i podjąć odpowiednią decyzję dotyczącą metody skoku,
2) na szybowcach dwumiejscowych dać rozkaz pasażerowi lub pilotowi opuszczenia szybowca,
3) jeśli szybowiec jest częściowo sterowany i pozwala na to wysokość, zapewnić najdogodniejsze warunki do skoku,
4) w miarę możliwości skierować szybowiec w stronę miejsc niezamieszkałych,
5) odrzucić osłonę kabiny,
6) jeśli pilot posiada łączność radiową i pozwalają na to warunki — zameldować przez radio o wypadku,
7) odłączyć przewody radiowe, tlenowe itp. łączące pilota z kabiną,
8) odpiąć pasy,
9) wykonać skok obraną metodą.

Skok ratowniczy z szybowca należy wykonywać w następujących wypadkach:

a) w razie zderzenia w powietrzu, po którym szybowiec nie nadaje się do pilotowania,
b) w przypadku uszkodzenia steru wysokości,
c) w razie urwania lub uszkodzenia skrzydła albo innej części szybowca, co uczyni go nie nadającym się do dalszego lotu lub przeprowadzenia bezpiecznego lądowania,
d) gdy szybowiec w spadaniu utracił wysokość do 600 m od ziemi i pomimo wysiłków pilota nie można go wyprowadzić do lotu poziomego,
e) we wszystkich innych wypadkach uszkodzenia szybowca, kiedy lądowanie grozi rozbiciem.

U w a g a. We wszystkich wypadkach wątpliwych lub nie określonych przepisami pilot powinien postępować zgodnie z własnym sumieniem i zdrowym rozsądkiem, mając przede wszystkim na uwadze bezpieczeństwo powierzonych mu osób oraz własne.

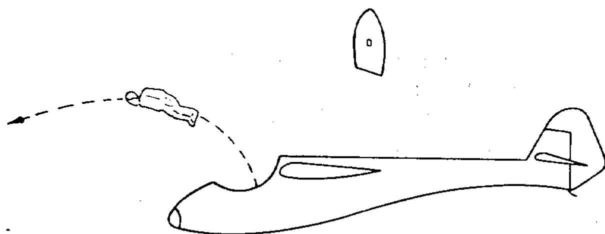
Skok metodą zrywu polega na opuszczeniu szybowca na małej wysokości. Metodę tę stosuje się tylko przy skoku z wysokości poniżej 100 m. Przygotowując się do opuszczenia kabiny z małej wysokości, należy stanąć na siedzeniu bokiem do kierunku lotu, po czym wyrwać uchwyt spadochronu i lek-



Rys. 10. Skok ratowniczy metodą „zrywu"

ko skulić się trzymając przy sobie ręce. Spadochron otwierając się w strugach powietrza, wyciąga pilota z kabiny. Czas otwierania się spadochronu przy skoku metodą zrywu zależy od prędkości lotu. Przy większej prędkości lotu otwarcie następuje szybciej.

Skok metodą samowyrzucenia. Jeżeli opuszczenie kabiny sprawia pilotowi trudność (np. po wypadku zranienia), może on opuścić szybowiec metodą „samowyrzucenia", którą stosuje się na wysokości nie mniejszej niż 300 m. Po odrzuceniu osłony kabiny i odpięciu pasów, przez gwałtowne odepchnięcie

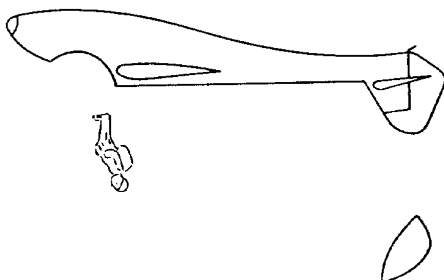


Rys. 11. Skok ratowniczy metodą „samowyrzucenia"

drążka sterowego pilot zostaje wyrzucony z kabiny na skutek przejścia szybowca w lot nurkowy. Przed oddaniem drążka wskazane jest, aby kciukiem lewej ręki ująć za uchwyt spadochronu. Wykonując skok metodą samowyrzucenia nale-

ży pamiętać, że im mniejsza jest prędkość lotu, tym gwałtowniejsze powinno być odepchnięcie drążka.

Skok z lotu plecowego jest bardzo dogodną metodą skoku ratowniczego, gdyż po zrzuceniu osłony kabiny i odpięciu pasów pilot wypada z kabiny bez żadnych trudności.



Rys. 12. Skok ratowniczy z lotu plecowego

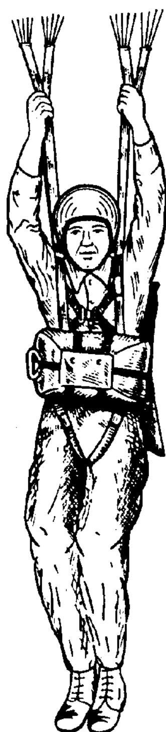
Skok z szybowca wykonującego stromą spiralę lub korkociąg wykonuje się zazwyczaj do środka obrotów. Konieczne jednak jest wykonanie opóźnienia w otwarciu spadochronu przynajmniej 5 sek, aby uniknąć spotkania ze spadającym szybowcem.

Skok z opóźnionym otwarciem spadochronu. W czasie pierwszych 10 sek od chwili opuszczenia szybowca pilot traci około 350 m wysokości, a w każdej następnej sekundzie traci po 50 m. Spadający z zamkniętym spadochronem pilot powinien mieć złączone razem nogi, prawą ręką trzymać uchwyt spadochronu, a lewą rękę trzymać na piersi. Sylwetka powinna być wyprostowana, wzrokiem należy obserwować zbliżającą się ziemię. W celu kontrolowania czasu spadania, od chwili opuszczenia szybowca należy wolno liczyć począwszy od jednego, w tempie jedna liczba na sekundę. Skok z opóźnieniem stosuje się przeważnie wtedy, gdy wypadek zdarzył się na dużej wysokości. Jeśli skok został wykonany w chmurze o podstawie nie mniejszej niż 800 m, to wskazane jest otwierać spadochron natychmiast po wyleceniu z chmury. W czasie wypadku na wysokości powyżej 4000 m, jeśli pilot nie jest wyposażony w spadochronowy aparat tlenowy, można pozostać do 4000 m w kabinie spadającego szybowca, korzystając z pokładowego urządzenia tlenowego, jeśli nie zagraża to życiu lub nie utrudni wykonania skoku.

Technika skoku ratowniczego. Po przygotowaniu się do opuszczenia szybowca, bez względu na rodzaj wypadku i obra-

ną metodę, pilot wykonuje właściwy skok, tzn. oddziela się od szybowca. Pierwszą czynnością po oddzieleniu się jest natychmiastowe odszukanie wzrokiem uchwytu spadochronu z jednoczesnym ujęciem go prawą ręką. Oddzielając się, pilot rozpoczyna obliczanie sekund, jeśli ma to być skok z opóźnieniem, lub otwiera spadochron po upływie 3÷5 sek, czy też natychmiast, jeśli wysokość jest mała.

Spadochron otwiera się przez silne wyszarpnięcie uchwytu wyzwalającego w kierunku prawego biodra. W czasie otwierania się spadochronu nogi powinny być złączone, a tułów wyprostowany. Po otwarciu się czaszy, należy wygodnie usiąść w uprzęży, poprawiając się przez podciągnięcie pod kolana szelki okalającej. Następnie trzeba określić kierunek znoszenia i przypuszczalne miejsce lądowania.

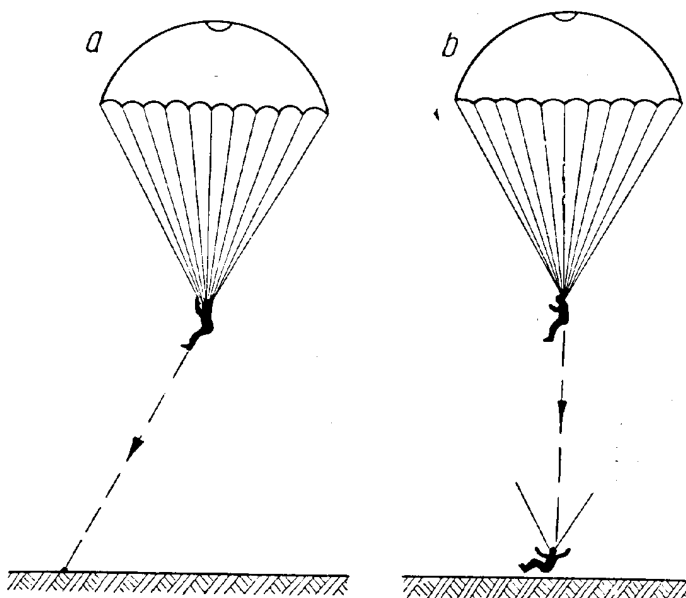


Rys. 13. Pozycja do lądowania — nogi złączone razem, stopy równolęgle do powierzchni ziemi

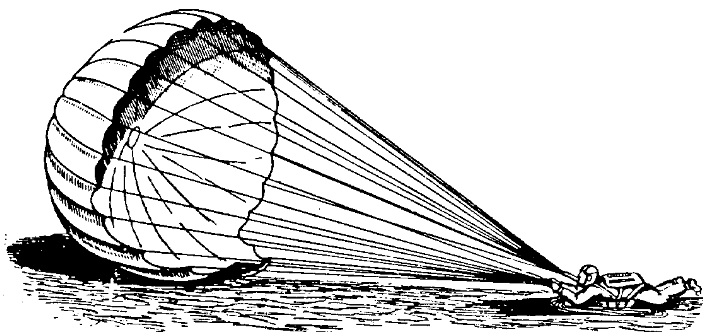
Na wysokości około 100 m pilot przygotowuje się do lądowania przez obrócenie się twarzą z wiatrem (ziemia ucieka pod nogi), co można uzyskać przez skrzyżowanie (skręt) przeciwnych szelek nośnych nad głową. Złączone razem i ustawione równolegle do powierzchni ziemi stopy wysuwa się lekko do przodu, zginając jednocześnie nogi w kolanach i napinając mięśnie całego ciała. Jeżeli pole lądowania jest równe, wzrok należy skierować na horyzont i oczekiwać na moment lądowania. Kąt ustawienia nóg zależy od siły wiatru. Przy silniejszym wietrze nogi wysuwa się więcej do przodu, przy słabszym wietrze lub przy ciszy nogi podciąga się bardziej pod siebie. Zetknięcie z ziemią powinno nastąpić jednocześnie na całe stopy z wiatrem wiejącym w plecy. Jeśli po wylądowaniu spadochron wypełniony wiatrem wlecze skoczka po ziemi, należy ściągnąć dolne linki aż do całkowitego „zgaszenia" czaszy spadochronu. Ostatnią czynnością jest uwolnienie się z uprzęży oraz zwinięcie, zapakowanie i zabezpieczenie spadochronu.

Lądowanie na las. Jeżeli po wykonaniu skoku przymusowego pilot stwierdzi, że lądowanie na spadochronie odbędzie się na las, to po zwykłym przygotowaniu się do lądowania powinien on rękami zasłonić twarz przed ewentualnymi zadrapaniami o gałęzie drzew.

Lądowanie na wodę przebiega w następujący sposób: na wysokości około 200 m siedząc głęboko w uprzęży odpinamy uchwyty nożne, po czym spięcie piersiowe i ujmując taśmy nośne wysoko nad głową, na wysokości około 20—30 m nad



Rys. 14. Lądowanie



Rys. 15. Gaszenie czaszy

wodą zawisamy na rękach. Z chwilą dotknięcia powierzchni wody (nigdy wcześniej) należy puścić uprząż, wstrzymując jednocześnie oddech i po zanurzeniu się wypłynąć na powierzchnię i skierować się do najbliższego brzegu.

U w a g a. Jeżeli prędkość szybowca w chwili wykonywania skoku przymusowego jest większa niż 200 km/godz i jeżeli pozwala na to wysokość, należy unikać natychmiastowego otwierania spadochronu, stosując w takim przypadku kilkusekundowe opóźnienie.

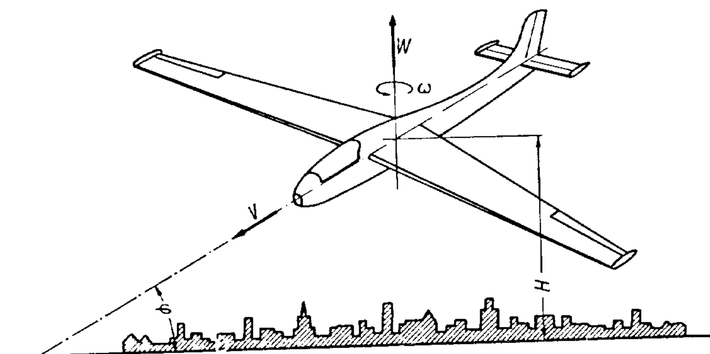
Rozdział II

PRZYRZĄDY POKŁADOWE

1. Klasyfikacja

Przyrządy pokładowe klasyfikuje się według przeznaczenia, zasady działania i sposobu zasilania.

Pod względem przeznaczenia wszystkie przyrządy pokładowe, w które jest wyposażony szybowiec, mieszczą się w jednej grupie pilotażowo-nawigacyjnej.



Rys. 16. Wielkości mierzone przyrządami pilotażowo-nawigacyjnymi

Pod względem zasady działania przyrządy pokładowe szybowca można podzielić na następujące grupy:

1) przyrządy manometryczne, których wskazania oparte są na pomiarze różnicy ciśnień, do grupy tej zaliczamy prędkościomierz i wariometr,
2) przyrządy barometryczne, oparte na pomiarze ciśnienia bezwzględnego; w szybowcu jest w zasadzie tylko jeden przyrząd zaliczany do tej grupy, a mianowicie wysoko-

ściomierz; drugi — barograf — stosowany jest sporadycznie, tzn. w określonych przypadkach,

3) przyrządy giroskopowe, w których wykorzystujemy własności wirującego z dużą prędkością wirnika o dużej masie, zawieszonego w układzie ramek zapewniających dwa lub trzy stopnie swobody; do tych przyrządów należą: zakrętomierz i coraz częściej obecnie stosowany w szybownictwie sztuczny horyzont,
4) busole magnetyczne, w których wykorzystano własność ustawienia się swobodnie zawieszonego magnesu w kierunku południka magnetycznego Ziemi,
5) przyrządy mechaniczne, których działanie jest oparte na prawach mechaniki i fizyki; są to chyłomierz poprzeczny i podłużny.

Według sposobu zasilania przyrządy dzielimy na elektryczne oraz pneumatyczne.

2. Warunki pracy i stawiane wymagania

Stałe zmiany wysokości, temperatury, wilgotności i położenia w połączeniu ze zmiennymi przeciążeniami bardzo komplikują warunki pracy przyrządów pokładowych. Zmusza to konstruktorów do brania pod uwagę zmienności powyższych czynników, co z kolei prowadzi często do komplikacji konstrukcji przyrządów tak prostej na schematach ideowych. Omówimy teraz wpływ zmian poszczególnych czynników na działanie przyrządów pokładowych.

Najbardziej zmienną wielkością w czasie lotu, poza wysokością, jest temperatura. Biorąc zakres wysokości, w jakich wykonujemy loty, od 0 do 11 km, możemy przyjąć wahania temperatury w zakresie +50°C do —60°C. W tym to zakresie temperatur przyrządy powinny być niezawodne w pracy i dawać wskazania w granicach dopuszczalnych błędów. Zmiany temperatury w stosunku do temperatury skalowania (+15°C) wywierają wpływ na liniowe wymiary poszczególnych części, na sprężystość elementów pomiarowych, na opór elektryczny przewodników oraz na skraplanie się pary wodnej wewnątrz przyrządów. Przeciwdziałając tym zmianom stosuje się środki zaradcze, np.:

— wybór właściwych materiałów na poszczególne części przyrządów,
— stosowanie kompensatorów, które zapobiegają zmianie położenia zależnego od wymiarów liniowych.

Duży wpływ na właściwą pracę przyrządów ma wilgotność powietrza. Skraplana para wodna osiada na częściach mechanizmów powodując korozję. Zamarznięcie kropelek może spo-

wodować unieruchomienie przyrządu. W celu zabezpieczenia przyrządów przed wpływem wilgoci stosuje się w przewodach łączących przyrządy z dajnikami ciśnienia specjalne filtry — odstojniki. Wskazane jest także okresowe przedmuchiwanie przewodów. Ponadto w celu zwalczania zjawiska korozji stosuje się lakierowanie poszczególnych części lub pokrywanie ich materiałem antykorozyjnym (kadm, cynk itp.).

Zmiany położenia są zwykle związane ze zmianą przyśpieszenia i przeciążenia. Wpływ zmian tych czynników eliminujemy przez wyważenie poszczególnych części przyrządów, np. wskazówek i dźwigni. Wyważając np. wskazówkę przyrządu dążymy do tego, aby masy po jednej i drugiej stronie osi obrotu były sobie równe.

3. Błędy wskazań

Błędy wskazań przyrządów pokładowych, zależnie od przyczyn, jakie je wywołują, dzielimy na błędy metodyczne, przyrządowe i błędy odczytu.

Błędy metodyczne wynikają z przyjętej metody pomiaru oraz z założonej zasady działania przyrządu. Na przykład wysokościomierz mierzy otaczające ciśnienie atmosferyczne, a odczytujemy z jego podziałówki wysokość lotu.

Błędami przyrządowymi nazywamy błędy wywołane wadami konstrukcyjnymi przyrządu oraz te, które powstają na skutek niedokładności jego wykonania. Należą do nich:

— błędy skali,
— błędy wywołane tarciem,
— błędy spowodowane zmianą położenia,
— błędy wywołane zmianami temperatury,
— błędy wynikające z histerezy elementów sprężystych.

Błędy skali to wynik niedokładnego skalowania i osadzania wskazówek. Określamy je podczas sprawdzania przyrządu.

Błędy tarcia są wywołane tarciem między ruchomymi częściami mechanizmów. Objawiają się w ten sposób, że wskazówka przyrządu nie dochodzi do znaku skali dla danej wielkości mierzonej, a przyrząd nie reaguje na małe zmiany tej wielkości. Błędy te zmniejszamy stosując odpowiednie łożyska, staranną obróbkę poszczególnych części współpracujących z sobą oraz przez wytworzenie dostatecznie dużych momentów obrotowych. Błąd spowodowany tarciem znika po lekkim pukaniu w przyrząd.

Błędy wywołane zmianą położenia pochodzą od niewłaściwie wyważonych elementów ruchomych przyrządu. Ulegają one zmniejszeniu ze wzrostem sił napędzających.

Błędy od histerezy elementów sprężystych polegają na tym, że wartość wielkości mierzonej przy wzroście i spadku wskazań przyrządu nie pokrywa się z tymi samymi wartościami skali. Błędy te zmniejszamy przez stosowanie na elementy sprężyste stopów metali.

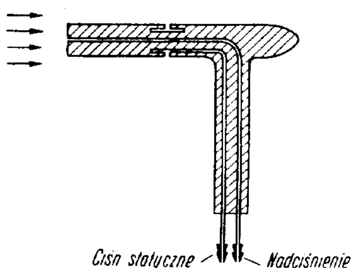
Błędy przyrządowe są określane eksperymentalnie i wpisywane do metryki przyrządu. Jednakże ulegają one zmianom podczas pracy przyrządu wskutek zanieczyszczeń, zużycia części, naruszenia wyważeń itp. Dlatego też tylko wtedy możemy mieć pewność, że błędy są w granicach dopuszczalnych, gdy przyrząd poddajemy okresowemu sprawdzeniu.

Błąd odczytu. Dokładność pomiaru zależy również od błędu odczytu, który jest określany przez wyrazistość podziałówki i wskazówki, odległości między znakami na podziałówce oraz odległość między obserwatorem a przyrządem. Błąd odczytu jest zwykle równy połowie wartości działki podziałówki przyrządu pomiarowego.

4. Dajniki ciśnienia powietrza

Przed opisem takich przyrządów pokładowych, jak prędkościomierz, wariometr czy wysokościomierz, niezbędne jest omówienie elementów umożliwiających ich wskazania. W szybownictwie dajnikami ciśnienia statycznego lub nadciśnienia i podciśnienia są rurki spiętrzeniowe Pitota i dysze Venturi. W celu otrzymania dokładnego pomiaru ciśnień, ich nadajniki są umieszczane na zewnątrz szybowca. Oś podłużna dajnika jest równoległa do napływających strug powietrza.

Rurka spiętrzeniowa Pitota ma obwody ciśnienia statycznego i ciśnienia dynamicznego. Ciśnienie dynamiczne występuje w przewodzie rurki otwartym w kierunku napływających strug powietrza, które wlatując do wnętrza, wytwarzają nadciśnienie równe sumie ciśnienia statycznego i dynamicznego. Suma tych dwóch ciśnień nosi nazwę ciśnienia całkowitego i wyraża się następująco:



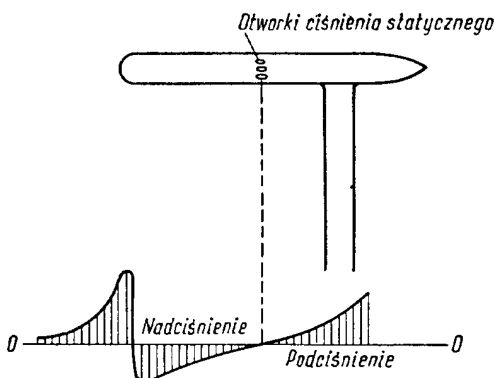
Rys. 17. Rurka spiętrzeniowa Pitota

$$P_c = P_{st} + \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

gdzie:
P_c — ciśnienie całkowite,
P_{st} — ciśnienie statyczne,
ρ — gęstość powietrza,
V — prędkość przepływu strug powietrza.

Rurka, wewnątrz której wytwarza się ciśnienie całkowite, jest obudowana cylindryczną osłoną zaczynającą się półkolistym zakrzywieniem w kierunku napływających strug. Koniec obudowy cylindrycznej jest zbliżony w przekroju do kształtu profilu lotniczego. Taki kształt obudowy jest podyktowany względami aerodynamicznymi.

Na bocznej cylindrycznej powierzchni obudowy umieszczone są otworki, z których pobieramy ciśnienie statyczne. Umieszczenie otworów nie jest obojętne i zależy od rozkładu ciśnień wzdłuż rurki. Odległość ich od czoła wynosi średnio od około trzech do pięciu średnic, zależnie od wielkości średnicy zewnętrznej cylindrycznej obudowy.



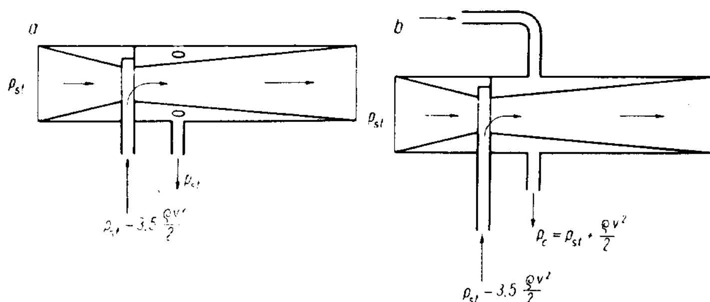
Rys. 18. Rozkład ciśnienia wzdłuż rurki Pitota uzasadniający położenie otworków p_{st}.

Różnica ciśnień otrzymywanych w jednym i drugim obwodzie rurki Pitota jest ciśnieniem prędkości. Dokładny pomiar, jak już wspomnieliśmy, zależy od równoległego umieszczenia rurki w strugach powietrza. Ponieważ kąt natarcia szybowca zmienia się w granicach około 20°, wpływ odchylenia rurki na dokładność pomiaru powinien być jak najmniejszy. Eliminujemy go przez specjalne ukształtowanie wlotu ciśnienia całkowitego i rozmieszczenie otworków ciśnienia statycznego na górnej i dolnej powierzchni rurki.

Pomiarowa dysza Venturi służy jako dajnik ciśnień w zakresie prędkości do około 250 km/h i jest wykorzystywana głównie w szybownictwie.

Cechą charakterystyczną tej dyszy jest przewężenie, w którym panuje podciśnienie zależne od prędkości przepływu. Ze

zmniejszeniem średnicy wzrasta prędkość przepływu kosztem spadku ciśnienia. Stosując równanie Bernoulliego otrzymamy:



Rys. 19. Schematy pomiarowych dysz Venturi
a — dysza o współczynniku $K = 3{,}5$, *b* — dysza o współczynniku $K = 4{,}5$ z rurką spiętrzeniową

$$p + \frac{\rho \cdot V^2}{2} = p_1 + \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

a ponieważ $V \cdot S = V_1 \cdot S_1$,

to
$$V_1 = V \cdot \frac{D^2}{d^2}$$

a więc
$$p - p_1 = \frac{\rho \cdot V_1^2}{2} - \frac{\rho \cdot V^2}{2} = \frac{\rho}{2}(V_1^2 - V^2) = \frac{\rho \cdot V^2}{2}\left(\frac{D^4}{d^4} - 1\right)$$

oznaczając $\frac{D^2}{d^2} = n$,

ostatecznie otrzymamy $p - p_1 = \frac{V^2}{2}(n^2 - 1)$

gdzie:
p, p_1 — ciśnienie przy wlocie dyszy i w jej przewężeniu,
V, V_1 — prędkość strug powietrza przy wlocie dyszy i w jej przewężeniu,
S, S_1 — powierzchnie przekroju wlotu dyszy i przewężenia,
D, d — średnica wlotu dyszy i przewężenia,
ρ — gęstość powietrza.

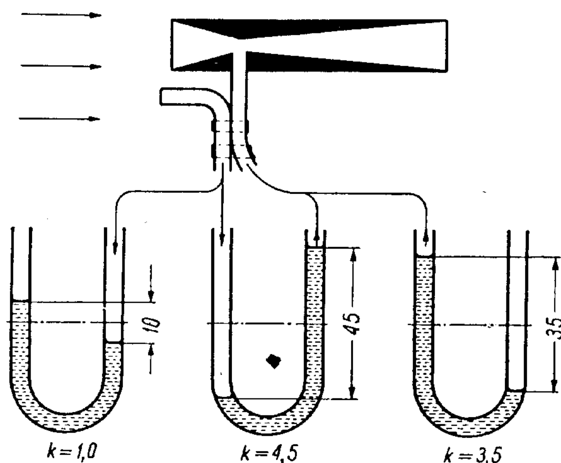
Wartość $(n^2 - 1) = K$ jest współczynnikiem dyszy, oznaczającym stosunek wartości bezwzględnej podciśnienia w jej przewężeniu do ciśnienia dynamicznego. Ciśnienie statyczne jest pobierane z otworów na obwodzie obudowy dyszy i stąd doprowadzane do przyrządu pokładowego.

Opisana dysza Venturi z otworkami ciśnienia statycznego ma współczynnik $K = 3{,}5$. Istnieją także dysze o współczyn-

niku $K = 4{,}5$, połączone z rurką spiętrzeniową Pitota. Zamiast ciśnienia statycznego do pomiaru pobiera się wtedy ciśnienie całkowite. W takim przypadku na puszkę membranową, np. prędkościomierza, działa ciśnienie efektywne:

$$p_{st} + \frac{V^2}{2} - \left(p_{st} - 3{,}5\frac{V^2}{2}\right) = 4{,}5\frac{V^2}{2}$$

a więc współczynnik dyszy wyniósł 4,5.



Rys. 20. Rozkład ciśnień w dyszy Venturi z rurką spiętrzeniową (Pitot) oraz przedstawienie fizyczne współczynnika dyszy K

Współczynnik K określa rząd wielkości sił działających na element pomiarowy przyrządu ciśnieniowego. Wartość współczynnika dyszy jest uwzględniana przy konstruowaniu przyrządu. Przyrząd działa prawidłowo tylko wtedy, gdy podłączony jest do dyszki o przewidzianym współczynniku K.

W nowoczesnych szybowcach w celu polepszenia ich własności aerodynamicznych stosuje się rurki spiętrzeniowe wbudowane w przodzie kadłuba, gdzie zakłócenia opływu są najmniejsze. Ciśnienie statyczne jest wtedy pobierane małymi otworkami z warstwy przyściennej kadłuba z miejsca, gdzie zachodzi jeszcze opływ laminarny.

5. Prędkościomierze

Rozróżniamy następujące prędkości: wskazywaną, rzeczywistą i podróżną.

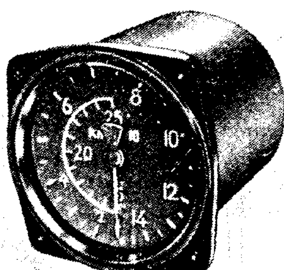
Prędkość wskazywana jest to prędkość szybowca względem powietrza o gęstości panującej na poziomie morza, czyli liczona w odniesieniu do atmosfery wzorcowej. Prędkość tę nazywamy także przyrządową.

Prędkością rzeczywistą nazywamy prędkość szybowca względem powietrza o ciśnieniu, temperaturze itp. panujących na wysokości lotu. Gdyby lot odbywał się w powietrzu o warunkach według atmosfery wzorcowej, to prędkość wskazywana byłaby równa prędkości rzeczywistej.

Prędkością podróżną nazywamy poziomą prędkość lotu względem ziemi.

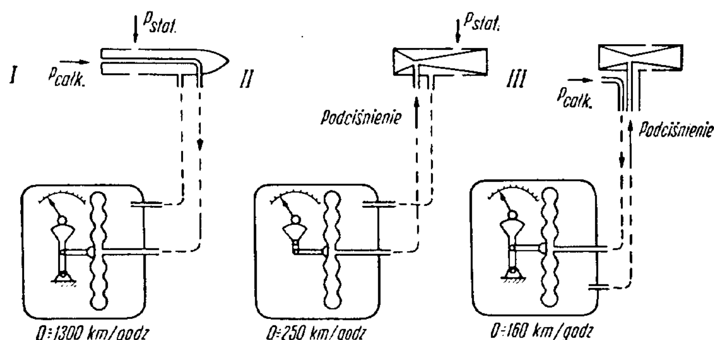
Do pomiaru prędkości lotu służą prędkościomierze.

Prędkościomierze używane na szybowcach służą do pomiaru prędkości przyrządowej (wskazywanej).



Rys. 21. Prędkościomierz — wygląd zewnętrzny

Zasada działania. Działanie prędkościomierza jest oparte na pomiarze ciśnienia dynamicznego napływających strug powietrza. Ciśnienie to według równania Bernoulliego równe jest różnicy ciśnienia całkowitego i statycznego. Prędkościomierz składa się z nadajnika dostarczającego ciśnienie statyczne i całkowite, szczelnej obudowy, wewnątrz której jest umieszczony element pomiarowy — membrana, oraz układu dźwigni przekazujących wywołane zmianami prędkości odkształcenia membrany na element wskazujący.



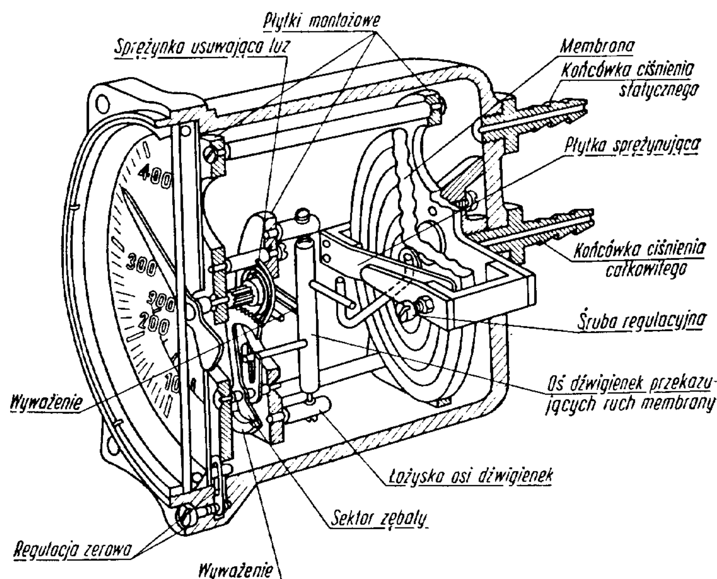
Rys. 22. Schematy działania prędkościomierzy

Ciśnienie statyczne doprowadzone jest do szczelnej obudowy. W puszce membranowej panuje natomiast ciśnienie całkowite będące sumą ciśnienia statycznego i dynamicznego. Na membranę prędkościomierza działa więc różnica ciśnienia całkowitego i statycznego.

$$\Delta p = p_c - p_{st} = p_{st} + \left(\frac{\rho \cdot V^2}{2} - p_{st}\right) = \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

równa, jak widać z obliczenia, ciśnieniu dynamicznemu.

Odkształcenie sprężyste puszki membranowej pod wpływem działania ciśnienia dynamicznego jest przenoszone przez zespół dźwigni na wskazówkę prędkościomierza. Tarcza przyrządu, wyskalowana w jednostkach prędkości, umożliwia bezpośrednie odczytywanie prędkości.



Rys. 23. Przekrój prędkościomierza

Odkształcenie membrany określające prędkość możemy otrzymać również przez podłączenie do jej wnętrza końcówki podciśnienia z dyszy Venturi. Ugięcie membrany jest tym większe, im większa różnica ciśnienia statycznego i podciśnienia. Im większa jest prędkość, tym większa różnica ciśnień pociągająca za sobą coraz większe odkształcenia membrany.

Pokazany na rysunku 23 prędkościomierz działa następująco. W szczelnej obudowie przyrządu panuje ciśnienie statyczne doprowadzone końcówką ciśnienia statycznego. We wnętrzu puszki membranowej panuje ciśnienie całkowite doprowadzone z rurki spiętrzeniowej końcówką ciśnienia całkowitego. Ugięcia membrany pod wpływem różnicy ciśnień są przenoszone na oś przekładni drążkowej, skąd ruch membrany jest przekazywany przez mechanizm jarzmowy na sektor zębaty obracający zębnik, na osi którego jest umieszczona wskazówka pokazująca wartość mierzoną. Dzięki temu, że wskazania pręd-

prędkościomierza są proporcjonalne do ciśnienia dynamicznego, podczas lotu z określoną prędkością przyrząd wskaże na dowolnej wysokości tę samą prędkość.

Prędkościomierz jako przyrząd pilotażowy nie ma błędów metodycznych związanych ze zmianą wysokości lotu.

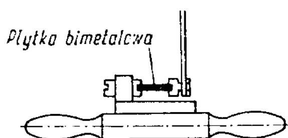
Błędy wskazań. Błędne wskazania przyrządu mogą wynikać z powodu:

a) wady przyrządu (jako mechanizmu),

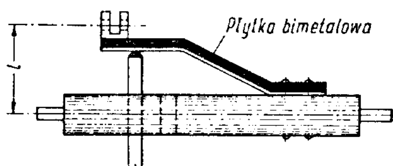
b) wadliwego zamocowania nadajnika ciśnienia statycznego i dynamicznego.

Błędy wynikające z wad prędkościomierza jako mechanizmu usuwamy przez wprowadzenie poprawki określonej podczas skalowania przyrządu. Do błędów tych zaliczamy przede wszystkim błędy wywołane tarciem i zmianami temperatury. Błędy wywołane tarciem maleją ze wzrostem prędkości. Termiczny błąd może być wywołany wpływem temperatury na sprężysty element pomiarowy i mechanizm przekazujący.

Aby błędy cieplne nie przekraczały dopuszczalnych wielkości, poza użyciem w konstrukcji odpowiednich materiałów stosujemy specjalną kompensację cieplną za pomocą płytek bimetalowych. Płytki te składają się z dwóch spojonych ze sobą warstw wykonanych z różnych materiałów o możliwie dużej różnicy współczynników rozszerzalności liniowej. Tak skonstruowana płytka wygina się odpowiednio pod wpływem temperatury i doprowadza wskazówkę przyrządu do położenia zerowego.



Rys. 24. Bimetalowy kompensator cieplny pierwszego stopnia



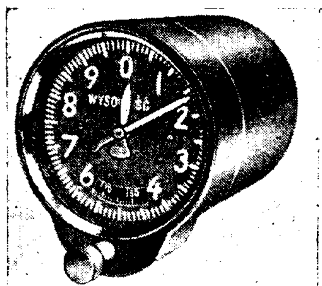
Rys. 25. Bimetalowy kompensator drugiego stopnia

Błędy wynikające z wadliwego zamocowania dajników ciśnienia występują w mniejszym lub większym stopniu na każdym szybowcu. Są one spowodowane tym, że ciśnienie statyczne pobieramy z miejsca leżącego w sferze zakłóceń pochodzących od opływu kadłuba szybowca przez strugi powietrza. Dlatego wartość ciśnienia statycznego pobierana od pomiarów nie odpowiada wartości, która rzeczywiście panuje na wysokości lotu — co jest właściwie powodem błędnych wskazań prędkościomierza.

Sprawdzenie szybkościomierza przed lotem polega na wykonaniu w dajniku ciśnienia (rurce Pitota lub dyszy Venturi) nadciśnienia lub podciśnienia. Osiągamy to poprzez tłoczenie lub zassanie powietrza całą dłonią lub palcem. W tym czasie druga osoba obserwuje strzałkę przyrządu, która powinna się wychylić w jedną lub drugą stronę, zależnie od tego, czy w dajniku zostało wytworzone nad- czy podciśnienie. Dmuchanie do rurki lub dyszy dajnika jest kategorycznie zabronione.

6. Wysokościomierze

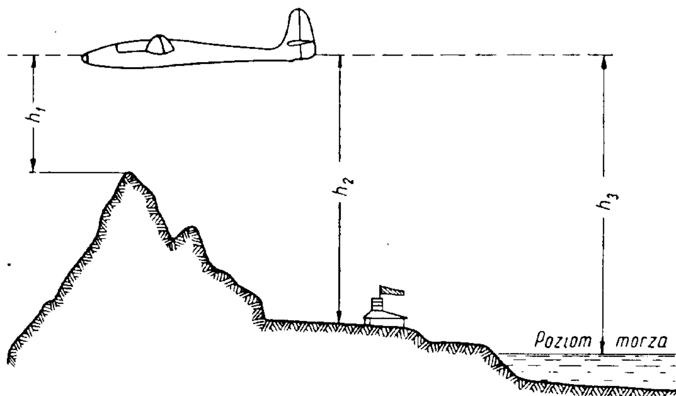
Wysokościomierze barometryczne należą do bardzo rozpowszechnionych przyrządów w lotnictwie. Służą one do mierzenia wysokości lotu ponad miejsce startu, czyli tzw. wysokości względnej (rys. 26).



Rys. 26. Wysokościomierz barometryczny — wygląd zewnętrzny

Wysokość bezwzględna, czyli wysokość liczona od poziomu morza, oraz wysokość rzeczywista, będąca aktualną wysokością nad terenem, nad którym przelatuje statek powietrzny, są odpowiednio wyliczane z wysokości względnej.

Zasada działania wysokościomierza barometrycznego. Wysokościomierz barometryczny jest przyrządem pokładowym określającym ciś-

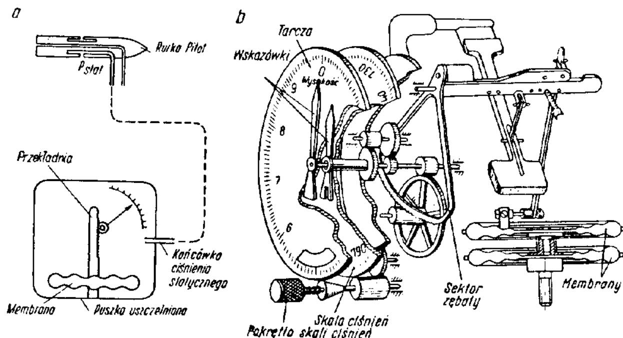


Rys. 27. Wysokości lotu
h_1 — rzeczywista, h_2 — względna, h_3 — bezwzględna

nienie bezwzględne. Pomiar wysokości polega na zmierzeniu ciśnienia atmosferycznego panującego na wysokości lotu oraz na przeniesieniu tej wartości na tarczę przyrządu, wycechowaną w jednostkach wysokości. Podstawowym elementem przyrządu reagującym na zmiany ciśnienia jest szczelnie zamknięta puszka membranowa, z wnętrza której wypompowano powietrze.

Do właściwości pomiaru wysokości lotu konieczne jest, aby puszka membranowa była pod działaniem ciśnienia statycznego doprowadzonego z zewnątrz szybowca, a nie z kabiny, gdyż ciśnienie, jakie panuje wewnątrz kabiny szybowca, gdzie zamontowany jest wysokościomierz, różni się w znacznym stopniu od ciśnienia statycznego. Dlatego też puszkę membranową umieszczamy w szczelnej obudowie połączonej z dajnikiem ciśnienia statycznego.

Wraz ze wzrostem wysokości lotu, ciśnienie działające z zewnątrz na próżniową puszkę membranową maleje, powodując jej wygięcie do góry (rozprężenie). Odkształcenie sprężyste membrany jest przenoszone za pośrednictwem układu zębatek na wskazówkę przyrządu. Odczytu zmian ciśnienia dokonujemy z tarczy, wycechowanej w jednostkach wysokości.



Rys. 28. Schemat ideowy (a) oraz schemat działania (b) wysokościomierza

Wysokościomierze, a także barografy, są skalowane według atmosfery wzorcowej, która jest oparta na następujących założeniach:

a) ciśnienie na wysokości 0 m n.p.m. wynosi 760 mm Hg,
b) temperatura na wysokości 0 m wynosi +15°C,
c) spadek temperatury ze wzrostem wysokości wynosi 6,5°C/1 km,

d) od wysokości 11 tys. m temperatura jest stała i wynosi minimum 56,5°C,
e) powietrze na każdej wysokości jest suche.

Błędy wskazań wysokościomierza. Błędy wysokościomierza, tak jak innych przyrządów pokładowych, możemy podzielić na metodyczne i przyrządowe.

Błędy metodyczne wynikają z niedokładności barometrycznej metody pomiaru wysokości, tj. z odchylenia warunków atmosferycznych od warunków skalowania (atmosfery wzorcowej).

Dzielimy je na błędy:
— spowodowane zmianą ciśnienia przy ziemi,
— wynikające ze zmiany rozkładu temperatury zależnie od wysokości lotu.

Błąd wywołany zmianą ciśnienia przy ziemi ma wartość stałą w całym zakresie pomiaru i kompensowany jest zwykle przesunięciem wskazówki przyrządu względem podziałówki.

Praktycznie poprawkę wprowadzamy na ziemi przed startem lub w czasie sprawdzania działania wysokościomierza. Gdy ciśnienie na ziemi jest różne od normalnego (760 mm Hg), wtedy wskazówka przyrządu wychyla się z położenia zerowego. Poprawkę wprowadzamy przez obrót tarczy podziałówki przyrządu o odpowiedni kąt za pomocą specjalnego pokrętła, umieszczonego pod tarczą przyrządu, aż do pokrycia się wskazówek z kreską zerową. W okienku nieruchomej tarczy wysokości ukaże się wówczas aktualna wartość ciśnienia atmosferycznego na poziomie lotniska.

Metodyczny błąd temperatury polega na tym, że ze wzrostem temperatury następuje wzrost objętości słupa powietrza i w związku z tym ciśnienie na każdej wysokości ponad powierzchnią ziemi ulega zmianie w stosunku do ciśnień na tej samej wysokości przy innej (mniejszej) temperaturze. W obu przypadkach ciśnienia na powierzchni ziemi są takie same. Należy wówczas otrzymaną na wysokościomierzu wartość pomnożyć przez stosunek temperatury panującej na wysokości lotu do temperatury obliczonej teoretycznie.

Błędy przyrządowe, jakim podlega wysokościomierz, są zgodne z wyjaśnionymi już uprzednio w rozdziale wstępnym.

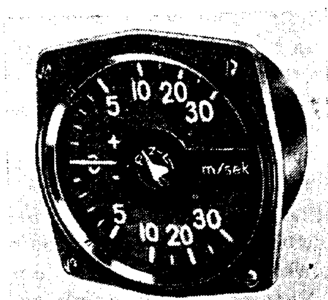
7. Wariometry

Wariometr jest przyrządem pilotażowym wskazującym prędkość pionową szybowca, tzn. prędkość jego wznoszenia się lub opadania. Ze względu na charakter lotów szybowcowych, polegających na wykorzystywaniu wznoszeń termicznych, za-

głowych lub falowych, przyrząd ten jest nieodzowny w każdym locie.

Rodzaje wariometrów. Wariometry stosowane w szybownictwie można podzielić na trzy zasadnicze rodzaje:

— wariometry membranowe, których elementem pomiarowym jest sprężysta puszka membranowa; zbiornikiem ciśnienia porównawczego bywa w nich zwykle szczelna puszka przyrządu lub termos zewnętrzny,

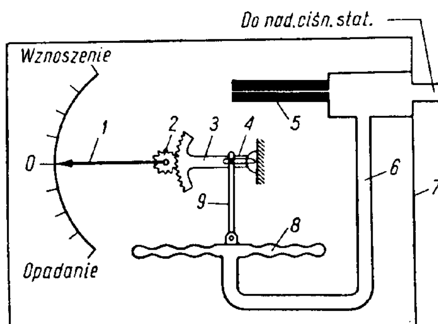


Rys. 29. Wariometr skrzydełkowy — wygląd zewnętrzny

— wariometry skrzydełkowe, w których elementem pomiarowym jest cienka płytka obracająca się pod wpływem zmian ciśnienia; jako zbiornik ciśnienia porównawczego stosuje się zazwyczaj termos zewnętrzny,

— wariometry przepływowe (słupkowe) z termosem zewnętrznym (obecnie wychodzące z użycia).

Omówimy kolejno zasady działania poszczególnych rodzajów wariometrów.



Rys. 30. Schemat ideowy wariometru membranowego

Zasada działania wariometru membranowego. Działanie wariometru oparte jest na zasadzie pomiaru różnicy ciśnień między ciśnieniem statycznym atmosfery otaczającej szybowiec a tzw. ciśnieniem porównawczym, jakie panuje w obudowie przyrządu połączonego z atmosferą rurką włoskowatą, lub w służącym jako naczynie porównawcze termosie zewnętrznym.

Obudowa przyrządu 7 (rys. 30), wykonana z masy plastycznej lub aluminium jest szczelna, a jej wnętrze łączy się

z atmosferą za pomocą rurki włoskowatej 5. W obudowie przyrządu umieszczony jest element sprężynujący, tzw. membrana 8, która reaguje na różnicę ciśnień panujących wewnątrz obudowy i wewnątrz puszki membranowej. Do wnętrza membrany doprowadzane jest przewodem 6 ciśnienie statyczne. Odkształcenie membrany pod wpływem różnicy ciśnień jest przekazywane na wskazówkę przyrządu 1 za pośrednictwem zespołu dźwigni, zębników i cięgieł 9, 3, 4, 2.

W czasie lotu poziomego ciśnienie wewnątrz obudowy spełniającej rolę naczynia porównawczego jest równe ciśnieniu atmosferycznemu. Wobec tego różnica ciśnień wewnątrz i na zewnątrz puszki membranowej wynosi zero, a więc wskazówka przyrządu ustala się w położeniu zerowym.

Podczas wznoszenia się szybowca ciśnienie statyczne maleje. Powietrze zawarte w obudowie przyrządu wypływa, dążąc do wyrównania swojej wartości z ciśnieniem statycznym. Powietrze odpływa przez rurkę włoskowatą 5 wywołującą pewne opory przepływu z uwagi na małą średnicę i znaczną długość.

Rys. 31. Schemat działania wariometru skrzydełkowego

Wskutek obrotów przepływu ciśnienie wewnątrz obudowy przyrządu nie zdąża wyrównać się z ciśnieniem atmosferycznym (statycznym) wewnątrz membrany i powstaje w ten sposób nadciśnienie wywołujące odkształcenie (ściśnięcie) membrany, które jest przenoszone układem mechanicznym na wskazówkę przyrządu. Podczas opadania szybowca występuje zjawisko odwrotne (membrana zwiększa swą objętość).

Wariometry membranowe używane na szybowcach mają zakres mierniczy 0÷10 m/sek lub 0÷30 m/sek. Działka elementarna wynosi w nich odpowiednio 1 m/sek i 2 m/sek.

Zasada działania wariometru skrzydełkowego. Wariometry skrzydełkowe, ze względu na prostotę konstrukcji oraz odpor-

ność na przeciążenia i dużą czułość wskazań, są najczęściej stosowanym typem tego przyrządu.

Głównym elementem pomiarowym wariometru tego typu jest płaska komora cylindryczna, przegrodzona od ścianki do osi klinem. W tak skonstruowanej komorze na jej osi obrotowo umieszczone jest skrzydełko, dzielące razem z klinem komorę na dwie części. Do jednej części komory doprowadzone jest ciśnienie porównawcze z termosu, do drugiej zaś — ciśnienie statyczne z atmosfery. Rolę rurki włoskowatej, łączącej te dwa ciśnienia, spełnia tutaj szczelina znajdująca się między skrzydełkiem a ściankami cylindrycznej komory. Wskazówka wariometru jest osadzona na osi skrzydełka, a zatem wychylenie wskazówki określa położenie skrzydełka wewnątrz komory pomiarowej.

Podczas wznoszenia się lub opadania szybowca na skrzydełko działa siła wypadkowa pochodząca od różnicy ciśnień w obu częściach komory. Siła ta powoduje obrót skrzydełka i wskazówki oraz spiralnej sprężyny zwrotnej. Ustalenie się położenia wskazówki następuje po zrównaniu się siły wypadkowej ciśnienia i siły pochodzącej od zwinięcia sprężyny spiralnej.

WEC — wariometr energii całkowitej. Wariometr ten powstał w okresie wielkiego postępu w taktyce szybowcowej — w czasie walki o uzyskanie możliwie jak największej prędkości przelotowej — w określonych warunkach termicznych.

WEC pozwala określić wartość wznoszenia lub opadania bez względu na to, czy szybowiec leci na dużej prędkości ze znacznym opadaniem własnym, czy też lotem wznoszącym kosztem utraty prędkości.

Podczas rozpędzania szybowca zwykły wariometr wskazuje wzrost opadania, a w czasie wyrywania strzałka przesuwa się na wznoszenie; WEC natomiast nie reaguje na te zmiany prędkości, lecz wskazuje jedynie wartość opadania czy wznoszenia, niezależną od tzw. „termiki drążkowej".

Ta cenna własność WEC-a została uzyskana w normalnych wariometrach — najczęściej skrzydełkowych — przez użycie naczyń wyrównawczych (termosów) o zmieniającej się objętości zależnie od prędkości lotu. Zmiany objętości naczynia wyrównawczego są tak dobrane (doświadczalnie), że związane z nimi przyrosty lub spadki ciśnienia eliminują, oczywiście z pewnym opóźnieniem właściwym przyrządom ciśnieniowym, wpływ stanu lotu na wskazanie dotyczące wartości prądu pionowego.

Błędy metodyczne wariometrów. Podstawowymi błędami metodycznymi wariometrów są:
— opóźnienie wskazań,
— błąd termiczny.

Opóźnienie wskazań wynika stąd, że podczas przejścia szybowca z lotu ślizgowego na wznoszenie różnica ciśnień ustala się nie jednocześnie z wystąpieniem tych zmian, lecz dopiero po upływie pewnego czasu. Powodem opóźnienia wskazań jest powolny przepływ pewnej objętości powietrza przez rurkę włoskowatą. Zwiększając średnicę rurki lub zmniejszając jej długość, można zmniejszyć opóźnienie wskazań, jednak obniża to jednocześnie różnicę ciśnień, co powoduje wzrost błędów wywołanych tarciem (spadanie wartości siły napędowej).

W istniejących konstrukcjach wariometrów największa różnica ciśnień dochodzi do 4 mm Hg, a opóźnienie wynosi przy tym około $4 \div 5$ sek.

Błąd termiczny powstaje wskutek tego, że w warunkach eksploatacji przyrządu powietrze przepływające przez rurkę włoskowatą przy zmieniającej się wysokości ma niejednakową temperaturę, w odróżnieniu od warunków przy których przeprowadzone było skalowanie przyrządu.

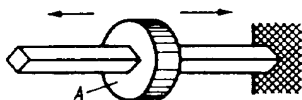
Metodyczny błąd termiczny może osiągnąć wartość 30% przy maksymalnych wskazaniach wariometru. W celu jego zmniejszenia, w obwodzie ciśnienia statycznego umieszcza się kompensatory z węglem aktywowanym. Jeżeli wskutek spadku temperatury ciśnienie wewnątrz obudowy przyrządu maleje, puszka membranowa zwiększy swoje ugięcie. Aby usunąć to zjawisko, należy spowodować spadek ciśnienia w puszce membranowej. Osiągamy to przez umieszczenie w obwodzie ciśnienia statycznego zbiornika z węglem aktywowanym pochłaniającym powietrze przy jednoczesnym spadku temperatury, co kompensuje spadek ciśnienia w obudowie przyrządu. Przy wzroście temperatury węgiel wydziela pewną ilość powietrza. Innym środkiem zapobiegawczym, zmniejszającym błąd termiczny, obudowę przyrządu wykonuje się z materiałów źle przewodzących ciepło.

8. Przyrządy giroskopowe

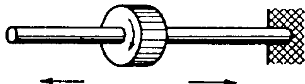
Działanie przyrządów giroskopowych, do których zaliczamy zakrętomierz, opiera się na wykorzystaniu dążności szybko obracającego się wirnika do zachowania stałej płaszczyzny obrotu w przestrzeni. Aby zrozumieć zasadę działania zakrętomierza, prześledźmy najpierw, jak zachowuje się w przestrzeni poruszający się przedmiot.

Stopnie swobody. Każdy poruszający się w przestrzeni przedmiot ma zdolność do zmiany swego położenia. Możliwość tych zmian jest uzależniona od sposobu połączenia tego przedmiotu z innym.

Liczba ruchów możliwych do wykonania przez dany przedmiot (połączony z innym) określamy za pomocą liczby stopni swobody. Jeżeli przedmiot może wykonać tylko ruch wzdłuż jednej osi, to mówimy, że ma on jeden stopień swobody. Do określenia położenia takiego przedmiotu w przestrzeni wystarcza znajomość jego odległości od położenia początkowego (rys. 32). Gdy istnieje możliwość obracania się przedmiotu w stosunku do dwóch osi lub obracania się wokół jednej osi i przesuwania się wzdłuż drugiej, to mówimy, że przedmiot ma dwa stopnie swobody (rys. 33).

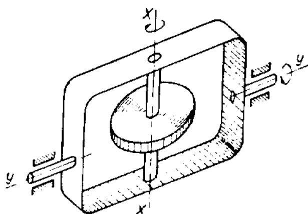


Rys. 32. Przedmiot A o jednym stopniu swobody ruchu postępowego

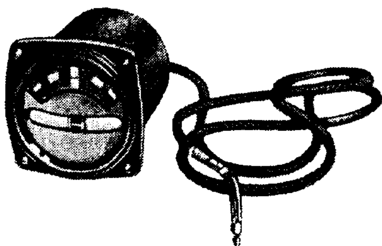


Rys. 33. Dwa stopnie swobody ruchu — postępowy i obrotowy

W celu określenia położenia w przestrzeni przedmiotu o dwóch stopniach swobody należy znać dwie wielkości — dwa kąty obrotu względem osi x i y (rys. 34) lub kąt obrotu i odległość od położenia początkowego.

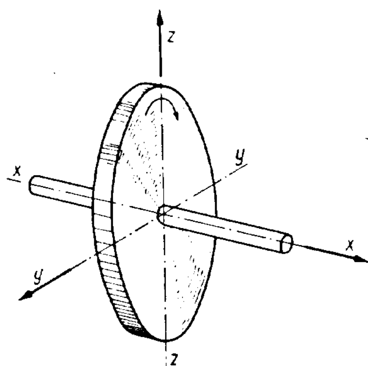


Rys. 34. Dwa stopnie swobody ruchu obrotowego

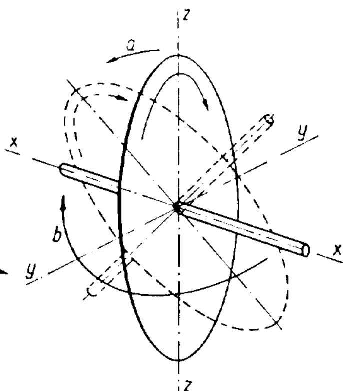


Rys. 35. Elektryczny zakrętomierz szybowcowy z chyłomierzem poprzecznym

Zasada działania zakrętomierza. Szybowcowym przyrządem giroskopowym o dwóch stopniach swobody jest zakrętomierz, określający kierunek i przybliżoną prędkość kątową zakrętu, wykonywanego w danej chwili przez szybowiec. Na rysunku 36 przedstawiono w uproszczeniu wirnik zakrętomierza umieszczony we współrzędnych x, y, z, określających jego

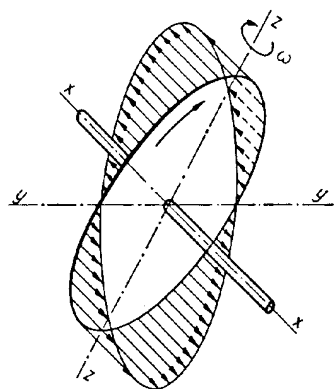


Rys. 36. Schemat wirnika zakrętomierza



Rys. 37. Powstawanie precesji a — precesja, b — kierunek obrotu wywołującego precesję

położenie w przestrzeni. Strzałka na tarczy wirnika oznacza kierunek jego obrotów wokół x — x. Prędkość obrotowa wirnika zawiera się w granicach 6000 ÷ 7000 obr/min. Jeżeli obracający się z taką prędkością wirnik zaczniemy okręcać wokół osi pionowej z — z, w kierunku jak na rysunku 37, to w wirniku powstają siły powodujące jego wychylenie w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku siły wywołującej obrót wokół osi pionowej z — z. Wartość sił powodujących wychylenia wirnika zależy od odległości jego poszczególnych punktów od płaszczyzny obrotu powodującego to wychylenie (rys. 38).



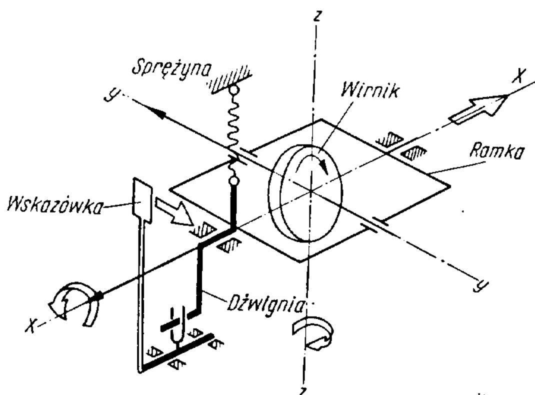
Rys. 38. Wielkość sił powodujących precesję pod wpływem prędkości kątowej

Zjawisko to nazywamy precesją giroskopu. Właściwość ta stanowi zasadę działania zakrętomierza.

Wychylenie wskazówki zakrętomierza jest zależne od prędkości kątowej wykonywanego zakrętu. Im prędkość ta jest większa, tym większe są wychylenia wskazówki. W przypadku obrotu szybowca wokół osi podłużnej i poprzecznej, płaszczyzna wirowania wirnika pozostaje bez zmian (precesja nie występuje).

W przypadku przechylenia szybowca w zakręcie o 45° następuje zmiana osi, wokół której obracał się szybowiec. Przy małych przechyleniach można przyjąć obrót tylko wokół osi pionowej, przy głębokich przechyleniach w zakręcie w granicach 60 ÷ 90° można przyjąć obrót tylko wokół osi poprzecznej. Jak wiemy, podczas obrotu wokół osi poprzecznej wirnik zakrętomierza nie wychyla się, a więc w czasie wykonywania zakrętu z przechyleniem około 90° — zakrętomierz nie wskazuje — wskazówka wróci w położenie odpowiadające lotowi prostoliniowemu (na środek tarczy).

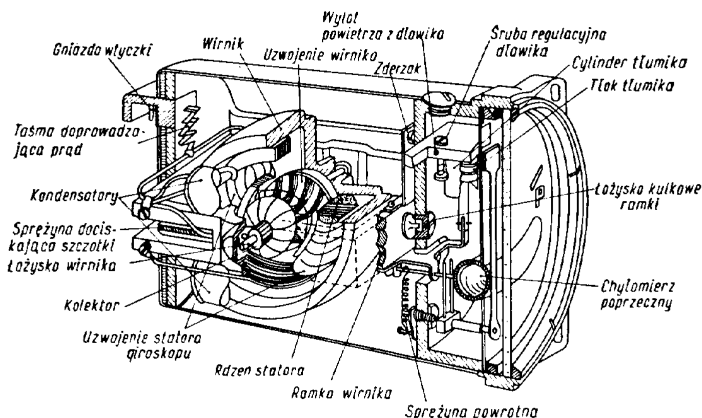
Konstrukcja zakrętomierza. Wirnik (rys. 40) zakrętomierza jest ułożyskowany w ramce, która z kolei jest ułożyskowana w obudowie przyrządu. Oś główna, względem której wirnik wykonuje ruch obrotowy, jest położona prostopadle do osi podłużnej szybowca. Dźwignia jest związana na stałe z ramką i przekazuje za pośrednictwem przekładni jarzmowej przechylenia ramki na wskazówkę przyrządu. W locie prostoliniowym, czyli w położeniu równowagi, układ całego przyrządu jest utrzymany sprężyną, która przy pochyleniach ramki w lewo i prawo jest rozciągana symetrycznie.



Rys. 39. Schemat ideowy zakrętomierza

Gdy szybowiec wykonuje zakręt z prędkością kątową, to dzięki precesji układu giroskopowego, wirnik (rys. 39) z ramką przechyla się do chwili zrównoważenia się precesji z siłą napięcia sprężyny. Przeniesione na wskazówkę wychylenie jest przeciwne kierunkowi przechylenia się ramki. Uzyskujemy to dzięki przekładni jarzmowej umieszczonej poniżej osi obrotu ramki.

W celu wyeliminowania małych wychyleń wskazówki zakrętomierza w locie prostoliniowym, które pochodzą od minimalnych zmian kierunku oraz gwałtownych ruchów wskazówki podczas zmian prędkości kątowych w zakręcie, ruchy giroskopu są tłumione za pomocą tłoczka przesuwającego się w cylindrze wypełnionym powietrzem. Powietrze wydostaje się z cylindra przez mały otwór, którego średnicę reguluje specjalna śruba. Tłumienie należy dostosować do własności danego szybowca, na którym montujemy zakrętomierz.



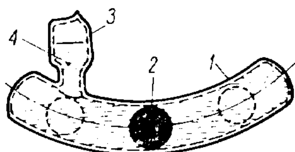
Rys. 40. Przekrój zakrętomierza elektrycznego

Wirnikiem zakrętomierza jest silnik elektryczny prądu stałego zasilany bateryjką o napięciu 4V. Ważne jest właściwe podłączenie biegunów baterii do obwodu elektrycznego zakrętomierza. Niewłaściwie podłączony (odwrotnie) zakrętomierz pokazuje zamiast lewego zakrętu — prawy i odwrotnie, dlatego też, gdy nie jesteśmy pewni właściwego dołączenia baterii do silniczka zakrętomierza, należy sprawdzić to przed lotem przez obrót szybowca (na kółku) wokół osi pionowej.

Duży wpływ na jakość wskazań zakrętomierza elektrycznego ma właściwe napięcie baterii zasilających, od którego zależy prędkość obrotowa wirnika. Gdy napięcie baterii zasilającej spada, zmniejsza się prędkość obrotowa wirnika, co pociąga za sobą zmniejszenie się czułości zakrętomierza.

O sprawności zakrętomierza świadczą szumy podczas jego pracy. Gdy zakrętomierz pracuje głośno, co jest następstwem dużych luzów wewnątrz mechanizmu, występuje możliwość jego unieruchomienia przez zakleszczenie.

Chyłomierz poprzeczny. Na tarczy zakrętomierza umieszcza się zwykle chyłomierz poprzeczny. Przyrząd ten (rys. 41), w kształcie rozwartej litery *U*, określa równowagę przechyleń wokół osi podłużnej szybowca, tzn. informuje pilota o prawidłowości zakrętu lub o istnieniu zwisów i ślizgów. Chyłomierz poprzeczny składa się z wygiętej rurki szklanej *1* (rys. 41) wypełnionej cieczą tłumiącą, wewnątrz której przesuwa się kulka wykonana ze szkła lub metalu. Na jednym z końców rurki znajduje się zbiorniczek kompensujący zmiany objętości pod wpływem temperatury.



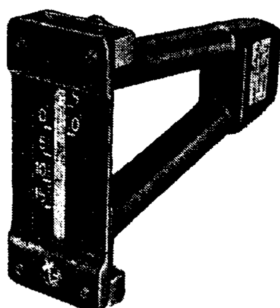
Rys. 41. Chyłomierz poprzeczny
1 — rurka szklana, *2* — kulka, *3* — zbiorniczek kompensacyjny, *4* — płyn (ligroina)

Chyłomierz poprzeczny działa na zasadzie wahadła, posiadającego własności wskazywania kierunku siły działającej na kulkę. Gdy szybowiec leci po torze prostym, kulka zajmuje środkowe położenie między kreskami położenia prawidłowego. Kiedy podczas lotu prostoliniowego nastąpi przechylenie szybowca (obrót wokół osi podłużnej), kulka pod działaniem własnego ciężaru zajmie najniższe położenie w rurce. W zakrętach z przechyleniem kulka chyłomierza pod działaniem swego ciężaru oraz siły odśrodkowej zajmuje położenie wskazujące kierunek wypadkowej wszystkich sił, pod wpływem których szybowiec się znajduje w określonej chwili lotu. Jej przesunięcie z położenia środkowego wskazuje na wyślizg lub ześlizg. W zakręcie prawidłowym kulka zachowuje położenie środkowe. Rurka chyłomierza poprzecznego jest wypełniona cieczą (zwykle ligroiną lub benzyną lakową), tłumiącą gwałtowne ruchy kulki. W celu otrzymania spokojnych zmian położenia kulki, różnica między średnicą wewnętrzną rurki a średnicą kulki wynosi około 0,5 mm.

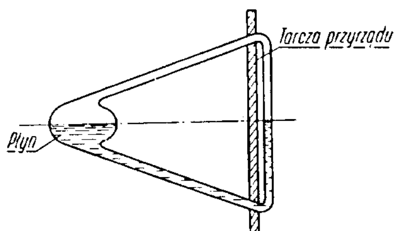
W celu zapewnienia prawidłowości wskazań chyłomierza poprzecznego, należy zwrócić uwagę na to, aby powietrze zawarte w zbiorniczku kompensacyjnym nie dostało się do rurki, w której jest umieszczona kulka. Po zauważeniu pęcherzyków powietrza w rurce należy wyjąć przyrząd z tablicy pokładowej i tak nim obracać, aby powietrze znalazło się w zbiorniczku kompensacyjnym.

Chyłomierz podłużny. Chyłomierz podłużny, używany dość rzadko, jest jednak przyrządem bardzo cenionym w lotach chmurowych, w przypadku unieruchomienia prędkościomierza wskutek oblodzenia dyszy Venturi lub rurki Pitota.

Przyrząd ten, działający na zasadzie naczyń połączonych, informuje pilota o kącie toru lotu, czyli o obrocie szybowca wokół jego poprzecznej osi.



Rys. 42. Chyłomierz podłużny — wygląd zewnętrzny



Rys. 43. Schemat ideowy chyłomierza podłużnego

Chyłomierz podłużny (rys. 43) stanowi zamkniętą rurkę szklaną w kształcie trójkąta, wypełnioną do połowy kolorowym, najczęściej czerwonym płynem, o niskiej temperaturze zamarzania. Bok rurki trójkątnej leżący naprzeciwko zbiorniczka jest umieszczony pionowo. Gdy część rurki, w której znajduje się zbiorniczek, pochyli się w dół, co odpowiada zwiększeniu prędkości szybowca, w pionowej rurce płyn obniża swój poziom przepływając do zbiorniczka. Po zmniejszeniu prędkości płyn ze zbiorniczka przemieszcza się do rurki pionowej podnosząc w niej swój poziom. Rurka, w której obserwujemy zmiany poziomu cieczy, ma u góry i u dołu przewężenia, które mają na celu tłumienie wahań płynu. Podziałówka tego przyrządu, wycechowana w stopniach, jest umieszczona na jego obudowie.

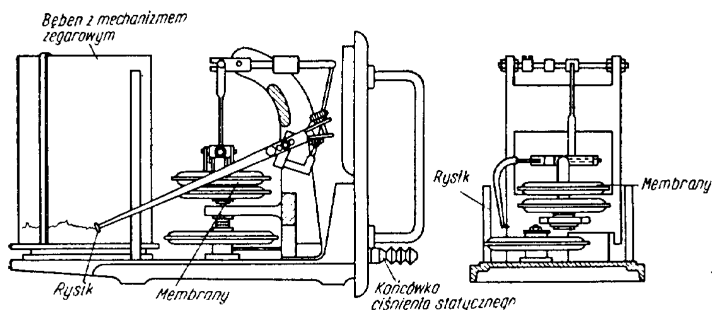
Podczas montażu chyłomierza na tablicy przyrządów poziom płynu ustawiamy na 0 specjalną śrubką regulacyjną, umieszczoną w górnej części tarczy przyrządu. Takie ustawienie chyłomierza odpowiada lotowi na prędkości optymalnej.

Chyłomierz podłużny razem z chyłomierzem poprzecznym swoimi wskazaniami uzupełniają informację o stanie lotu bez widoczności zewnętrznej, gdyż zakrętomierz nie reaguje na obrót szybowca wokół osi podłużnej i poprzecznej. Tak więc łączne wskazania chyłomierzy i zakrętomierzy, przy właściwym ich wykorzystaniu, dają pełną orientację o położeniu szybowca w przestrzeni, tak bardzo potrzebną podczas lotów chmurowych lub z zasłoniętą kabiną.

9. Barografy

Barograf jest przyrządem służącym do rejestrowania wysokości lotu lub raczej ciśnienia atmosferycznego, odpowiadającego danej wysokości lotu. Składa się on z dwóch działających niezależnie od siebie mechanizmów: z wysokościomierza barometrycznego i z mechanizmu zegarowego napędzającego bęben.

Ponieważ zasada działania wysokościomierza była już omawiana, zapoznamy się teraz ze sposobem przekazywania zmian ciśnienia, a tym samym wysokości lotu na taśmę papieru, założoną na obracający się bęben.



Rys. 44. Schemat ideowy barografu

Ugięcia membran wysokościomierza barometrycznego pod wpływem zmian ciśnienia są przenoszone zespołem dźwigni zwielokrotniających te ugięcia na ramię rysika, którego ostrze znajduje się w pobliżu powierzchni bębna. Dosunięcie rysika do bębna następuje w chwili włączenia mechanizmu zegarowego obracającego bęben. Rysik znaczy na papierze zwanym barogramką zmiany wysokości (ciśnienia), rejestrując w sposób ciągły przebieg całego lotu. W eksploatowanych u nas barografach na bęben zakłada się odpowiednio przycięty arkusz papieru kredowego, który następnie kopci się nad knotem lampy naftowej. Do kopcenia barogramki bęben obrotowy należy zdejmować.

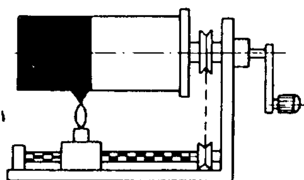
Po włączeniu mechanizmu zegarowego dźwignia odsuwa rysik od powierzchni bębna. Włącznik uruchamiający dźwignię jest przymocowany do obudowy barografu.

Barografy szybowcowe mają regulowaną prędkość obrotu bębna, ustawioną na ziemi przed lotem i wynoszącą 2, 4 lub

6 godz na 1 pełny obrót. Zakres wysokości wynosi od 0 do 5000 m, 8000 m lub 12 000 m. Cyfra ta jest podana na obudowie barografu.

Przy eksploatacji barografu należy zwrócić szczególną uwagę na delikatne obchodzenie się z jego mechanizmami, czułymi na wstrząsy.

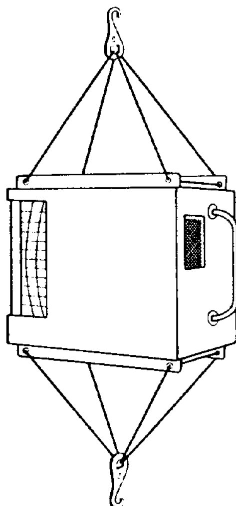
Przed każdym lotem barograf należy nakręcić pokrętłem umieszczonym pod jego podstawą, nastawiając jednocześnie żą-



Rys. 45. Urządzenie do kopcenia bębna barografu

dany czas obrotu bębna, oraz sprawdzić działanie mechanizmu zegarowego przez jego włączenie.

Do lotu barograf ustawiamy w położeniu poziomym, podstawą do dołu. Zachowanie tego położenia jest ważne ze względu na elastyczne ramię rysika, które w wypadku postawienia barografu na ściance bocznej może się ugiąć i rysik nie będzie dotykał powierzchni barogramki.



Rys. 46. Właściwy sposób mocowania barografu do lotu

Bardzo ważną rzeczą jest właściwe zabezpieczenie tego przyrządu przed wstrząsami występującymi w czasie lotu, głównie podczas startu i lądowania. Idealnym zabezpieczeniem barografu jest zawieszenie go na napiętych amortyzatorach gumowych. W szybowcach brak jest przeważnie miejsca na tego rodzaju zabezpieczenie. Należy wówczas owinąć barograf we flanelowy pokrowiec limuzynki lub torbę spadochronu i umieścić w takim miejscu szybowca, które zapewni jego stałe położenie w czasie lotu.

Rozdział III

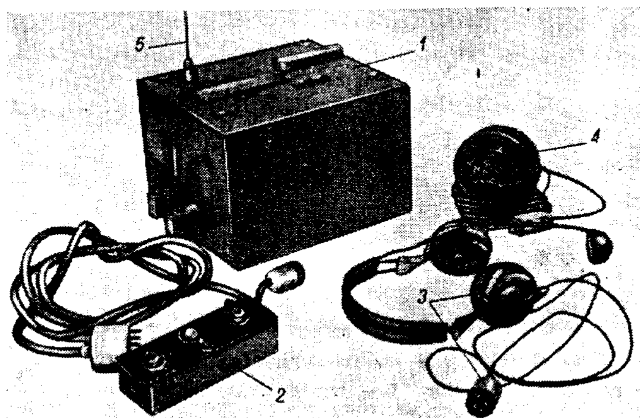
RADIOSTACJA SZYBOWCOWA

1. Konstrukcja

Podstawową radiostacją używaną w szybownictwie jest radiostacja RS-2A, wyprodukowana przez Zakład Doświadczalny Instytutu Tele- i Radiotechnicznego.

Radiostacja jest przeznaczona do zabudowania na szybowcu i do utrzymywania łączności między szybowcami oraz między szybowcami a stacją naziemną czy wozem transportowym.

Radiostacja składa się z dwóch zasadniczych zestawów: nadawczo-odbiorczego i zasilającego, oraz z następujących części składowych: skrzynka manipulacyjna, słuchawki z mikrofonem, głośnik pokładowy i antena.



Rys. 47. Radiostacja szybowcowa RS-2A

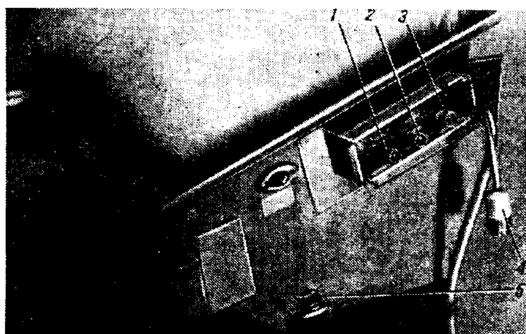
1 — zestaw radiostacja-zasilacz, *2* — skrzynka manipulacyjna z przewodem i wtykiem, *3* — słuchawki z mikrofonem, *4* — głośnik pokładowy, *5* — antena

Oba zestawy radiostacji mają jednakowe rozmiary. Zestaw zasilający można rozpoznać po znajdującym się na nim wyłączniku. Po otworzeniu pokrywy do zestawu zasilającego wstawia się akumulator i wówczas zestaw ten jest cięższy od zestawu nadawczo-odbiorczego.

Oba zestawy są połączone ze sobą sprężynującymi niklowymi blaszkami oraz podkowiastym złączem elektrycznym, łączącym gniazdka z napisem „zasilanie".

Zestaw zdawczo-odbiorczy ma następujące gniazdka wtykowe:

— gniazdko wielobiegunowe z napisem „skrzynka manipulacyjna",
— dwa gniazdka czterobiegunowe jedno nad drugim, oznaczone symbolami rysunkowymi, znajdujące się po tej stronie radiostacji, co gniazdka „zasilanie"; do gniazdka górnego wkładany jest wtyk od przycisku odbiór-nadawanie, zamontowanego na drążku sterowym szybowca, a do dolnego gniazdka wkładany jest wtyk od głośnika,
— gniazdo wielobiegunowe z napisem „punkty kontrolne", służące do badania parametrów radiostacji; badania takie wykonuje tylko upoważniony pracownik przy użyciu odpowiednich przyrządów,
— gniazdo koncentryczne na górnej płycie zestawu nadawczo-odbiorczego, służące do podłączenia anteny lub wtyku koncentrycznego doprowadzenia anteny.



Rys. 48. Skrzynka manipulacyjna na burcie szybowca

1 — przełącznik kanałów, *2* — wyłącznik blokady szumów, *3* — regulacja siły głosu, *4* — gniazdko wiszące słuchawek z mikrofonem, *5* — przycisk na drążku odbiór-nadawanie

Do gniazdka z napisem „skrzynka manipulacyjna" wkładamy wtyczkę przewodu skrzynki manipulacyjnej, która powinna być przymocowana do prawej burty kabiny szybowca. Skrzynka manipulacyjna ma kształt prostokątnego pudełka, na którego płycie czołowej znajdują się od strony lewej do prawej: przełącznik kanałów, wyłącznik blokady i potencjometr regulacji głośności. Ze skrzynki manipulacyjnej wyprowadzony jest również miękki kabelek o długości 10 cm, zakończony czterobiegunowym gniazdkiem wtykowym. Do tego gniazdka dołączamy słuchawki z mikrofonem.

U w a g a. W praktyce często zdarzają się pomyłki przy włą-

czaniu wtyczek do gniazdek czterobiegunowych, gdyż w bagażniku szybowca, gdzie umieszczona jest radiostacja, pilot natrafia na dwie końcówki przewodów z dwoma identycznymi wtykami czterobiegunowymi. Jak przekonać się przed startem, że zostały one prawidłowo podłączone? W tym celu należy:

1) włączyć radiostację,
2) regulację siły głosu nastawić na maksimum (przekręcić w prawo),
3) wyłącznik blokady ustawić w pozycji „wyłączony". Gdy w słuchawkach lub głośniku wystąpi szum, połączenie jest prawidłowe.

2. Dane techniczne radiostacji

Rodzaj pracy — simplex. Oznacza to, że radiostacja może być wyłącznie odbiornikiem albo wyłącznie nadajnikiem i nie można za pośrednictwem tej radiostacji prowadzić rozmów tak jak przez telefon. Gdy po przyciśnięciu przycisku znajdującego się na drążku sterowym rozpoczniemy nadawanie, stacja korespondująca z nami nie może przekazać nam w tym czasie żadnych informacji. Wynika stąd wniosek, że nadawanie należy ograniczać do koniecznego minimum. Należy również pamiętać, że gdy pracuje nasz nadajnik, to w promieniu zasięgu nadającej radiostacji nikt inny nie może korzystać z nadajnika na tej samej częstotliwości.

Rodzaj modulacji — A.M. Skrót A.M. oznacza modulację amplitudy, gdy w takt drgań głosu zmienia się amplituda fali nośnej. Modulację częstotliwości oznacza się symbolem F.M.

Zakres częstotliwości — 118 ÷ 132 MHz.

Liczba kanałów — 3.

Radiostacja może pracować na 3 kanałach w pasmie częstotliwości od 118 do 132 MHz. Jest to pasmo przydzielone dla potrzeb lotnictwa cywilnego. Radiostacje Aeroklubu PRL są już fabrycznie nastrojone na 3 częstotliwości stabilizowane kwarcem:

— 1 kanał — 122,3 MHz,
— 2 kanał — 122,7 MHz,
— 3 kanał — 123,1 MHz.

Znając częstotliwość, można z łatwością obliczyć długość fali, posługując się wzorem

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

gdzie: v — prędkość rozchodzenia się fal radiowych (ok. 300 000 km/sek), f — częstotliwość, λ — długość fali.

Zakresowi częstotliwości stosowanemu w radiostacji RS-2A odpowiada długość fali ok. 2,45 m.

Moc fali nośnej nadajnika — 0,5 W.

Czułość odbiornika — 3 V. Jest to czułość około 20 razy większa od czułości dobrego odbiornika radiofonicznego. Odbiorniki o takiej czułości cechuje bardzo silny szum, gdy nie odbierają one żadnej stacji. Powodem tego jest silne wzmocnienie szumów własnych lamp stopni wejściowych odbiornika. Gdy pojawia się częstotliwość, na którą nastrojony jest nasz odbiornik, tzn. gdy włączył się nadajnik korespondujący z nami, szum znika i wyraźnie słyszymy naszego rozmówcę. Dzieje się tak dlatego, iż napięcia powstałe w odbiorniku na skutek pojawienia się fali naszego rozmówcy są dużo większe od napięć szumów własnych odbiornika.

Latanie z szumiącym bez przerwy głośnikiem byłoby męczące i mogłoby w niektórych przypadkach przeszkadzać w ocenie prędkości szybowca. Przy zbytnio wyciszonym odbiorniku natomiast mielibyśmy trudności w zrozumieniu wywołującej nas stacji.

Do wyeliminowania szumu odbiornik RS-2A ma wbudowane specjalne urządzenie, zwane blokadą szumów. Urządzenie to jak gdyby odłącza (zablokowuje) wyjście odbiornika wówczas, gdy do anteny nie dochodzi częstotliwość, na jaką jest on nastrojony.

Z chwilą pojawienia się interesującej nas częstotliwości, wyjście odblokowuje się i normalnie odbieramy przekazaną do nas informację.

Kiedy jesteśmy na skraju zasięgu naszej radiostacji, wtedy sygnał użyteczny (fala nośna naszego rozmówcy) jest rzędu napięcia szumów i nie odblokuje nam stopnia końcowego odbiornika. Wówczas za pomocą włącznika umieszczonego na środku skrzynki manipulacyjnej wyłączamy blokadę, i co prawda na tle szumów, lecz wyraźnie słyszymy naszego rozmówcę jeszcze przez kilkanaście kilometrów lotu, dopóki jego głos nie rozpłynie się całkowicie w szumach odbiornika, co oznacza przekroczenie zasięgu radiostacji.

Zasięg radiostacji. Użytkownicy radiostacji są praktycznie najbardziej zainteresowani sprawą zasięgu. Zasięg radiostacji RS-2A można określić jednym słowem: optyczny. Nie znaczy to wcale że „jak cię widzę, tak cię słyszę", gdyż w stacje o zasięgu optycznym wyposażone są statki kosmiczne podążające w stronę Marsa. Stacje te pracują na falach ultrakrótkich, które rozchodzą się po linii prostej i są tłumione przez przeszkody terenowe, a zasięg ich wzrasta wraz z wysokością.

W mieście lub w gęstym lesie zasięg dwóch radiostacji pracujących na falach ultrakrótkich ogranicza się do 200 m, w terenie otwartym wynosi ok. 10 km, w górach od szczytu do szczytu — dochodzi do 100 km.

Szybowiec lecący na wysokości 1000 m może porozumiewać się ze stacją naziemną z odległości 80÷100 km oraz z szybowcami znajdującymi się w powietrzu, jak wykazała praktyka, do 300 km.

Tak więc na przykład szybowce latające za Lisimi Kątami mają łączność radiową z szybowcami nad Lesznem czy Warszawą.

W celu dokładnego obliczenia zasięgu radiostacji można posłużyć się następującym wzorem:

$$D = 4{,}11 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

gdzie: D — odległość między radiostacjami, w km, h_1 i h_2 — wysokość anteny nad ziemią, w m.

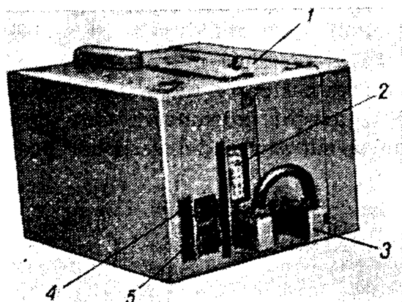
W przypadku gdy jedna stacja znajduje się na ziemi, wzór przybiera postać:

$$D = 4{,}11 \sqrt{h}$$

gdzie h = wysokość lotu szybowca.

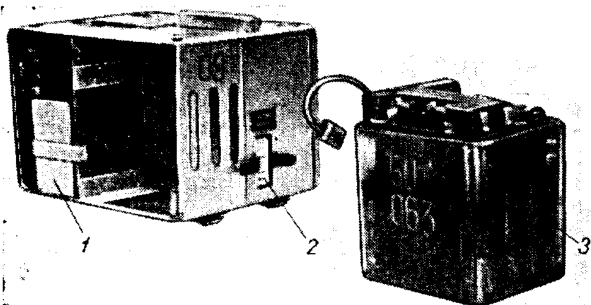
Zasilanie radiostacji. Źródłem energii elektrycznej radiostacji RS-2A jest akumulator ołowiowy (kwasowy) typ 4R 10N, składający się z 4 ogniw. Trzy ogniwa są połączone w baterię 6-woltową zasilającą przetwornicę tranzystorową, pozostałe ogniwo 2-woltowe służy do zasilania żarzenia lamp radiostacji.

Każde lampowe urządzenie radiowe potrzebuje 2 rodzajów napięć zasilających: niskiego napięcia rzędu kilku woltów do zasilania żarzenia lamp i napięcia powyżej 60 woltów do zasilania anod i siatek ekranowych lamp.



Rys. 49. Zestaw radiostacja-zasilacz
1 — wyłącznik, *2* — gniazdko pomiarowe, *3* — złącze zasilacz-radiostacja, *4* — gniazdko przycisku odbiór-nadawanie, *5* — gniazdko głośnika

W radiostacji RS-2A wysokie napięcie (dla odbiornika 85 V, a dla nadajnika 125 V) uzyskuje się dzięki przetwornicy tranzystorowej zasilanej z 6-woltowej baterii akumulatora. Przetwornica umieszczona w zestawie zasilania przetwarza

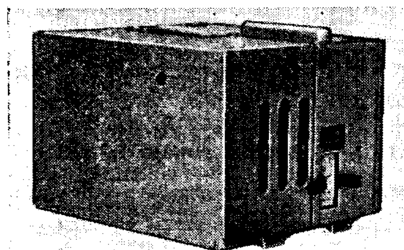


Rys. 50. Radiostacja z otwartym zasilaczem
1 — przetwornica tranzystorowa, 2 — gniazdko skrzynki manipulacyjnej, 3 — akumulator 4N1OR

niskie napięcie akumulatora na wysokie. W czasie pracy wydaje ona ciche brzęczenie, zmieniające częstotliwość z chwilą przejścia na nadawanie. Gdy po włączeniu radiostacji nie wystąpi charakterystyczne brzęczenie, oznacza to, że przetwornica nie pracuje na skutek uszkodzenia lub że przepalił się bezpiecznik 3A przy akumulatorze.

Akumulator ma wbudowany do każdego ogniwa aerometr w postaci trzech kolorowych kulek, w których jest wykorzystane zjawisko zmiany gęstości kwasu w miarę rozładowywania się akumulatora. Im większy jest stopień naładowania akumulatora, tym jest większa gęstość kwasu. Kulki w aerometrze mają tak dobrany ciężar właściwy, że w naładowanym akumulatorze znajdują się wszystkie u góry.

Przy stopniowym rozładowywaniu pierwsze opadają kulki czarne, następnie czerwone, co oznacza że akumulator stracił 50% swojej pojemności. Gdy opadają białe kulki, wówczas należy przerwać dalszy pobór prądu i naładować akumulator przez podłączenie go do prostownika.



Rys. 51. Radiostacja z zamkniętym zasilaczem (widoczne wzierniki zasilacza)

Kulki, o których mowa, można obserwować przez okienka w pudle zestawu zasilania.

Dobrze naładowany akumulator wystarcza na 10 godzin, jeśli nadawanie zajęło 15% tego czasu. Przy dłuższym nadawaniu skraca się czas pracy akumulatora, gdyż na nadawanie radiostacja zużywa więcej prądu.

Uwagi do eksploatacji akumulatora:

— przed planowanym dłuższym przelotem nie włączać radiostacji, gdy czerwone kulki opadły,
— po wylądowaniu w terenie przygodnym, gdy nie korzysta się już z radiostacji pamiętać o jej wyłączeniu, by nie spowodować rozładowania i uszkodzenia akumulatora,
— nie przeładowywać akumulatorów. Gdy po 12-godzinnym ładowaniu czarne kulki nie podniosły się, nie pozostawiać akumulatora w ładowaniu przez następne 12 godzin, lecz sprawdzić gęstość kwasu (za mała),
— unikać przewracania radiostacji czy stawiania jej do góry dnem; choć akumulator jest kwasoszczelny, jednak przez otwór w pokrywie odprowadzający gazy może się wydostać trochę kwasu siarkowego (H_2SO_4).

3. Eksploatacja

W celu prawidłowej eksploatacji radiostacji, należy przestrzegać następujących zasad.

— Przed lotem sprawdzić prawidłowość podłączenia wszystkich przewodów (patrz opis radiostacji).
— Podczas korzystania z głośnika należy pamiętać o włączeniu słuchawek do gniazdka wiszącego przy skrzynce manipulacyjnej, gdyż przy słuchawkach jest mikrofon.
— Prawidłowo działający odbiornik po włączeniu z wyłączoną blokadą wydaje szum. Po załączeniu blokady i na maksymalnym ustawieniu siły głosu z głośnika powinny się wydobywać lekkie trzaski (przypominające skwierczenie tłuszczu na patelni).
— Najlepiej sprawdzać nadajnik w pracy z inną radiostacją, odległą co najmniej o 100 m. Przy mniejszych odległościach może się zdarzyć przypadek „zatkania" się odbiornika, spowodowany zbyt dużą mocą fali nośnej z nadajnika, co może być ocenione jako uszkodzenie jednej ze stacji.
— Pamiętać o podłączeniu anteny! Gdy antena nie jest podłączona do radiostacji, nie wolno nadawać, ponieważ lampy nadajnika pracują wtedy bez obciążenia i mogą ulec uszkodzeniu.
— Gdy stacja po włączeniu nie pracuje, należy poruszać łączami, stanowiącymi „Piętę Achillesa" radiostacji. W żadnym przypadku nie wolno pilotowi otwierać pokrywy zestawu nadawczo-odbiorczego, lecz przekazać radiostację do naprawy upoważnionej do tego osobie.

Inne uwagi eksploatacyjne zostały już omówione w opisie konstrukcji i w danych technicznych radiostacji.

4. Korespondencja w lotach szybowoowych

Aby racjonalnie wykorzystać sprzęt radiowy, nie przeszkadzać innym, a samemu możliwie najwięcej skorzystać, należy przestrzegać następujących zasad:

— rozpoczynać nadawanie tylko wtedy, gdy w eterze jest cisza,

— mówić w chwilę po naciśnięciu przycisku na drążku sterowym, z opóźnieniem 1 ÷ 2 sek,

— znać numer rejestracyjny swojego szybowca,



Rys. 52. Wykorzystywanie radiostacji pokładowej do łączności ziemia-powietrze

— mówić krótko i zwięźle, używając standardowych zwrotów (standardowe zwroty dla pilotów szybowcowych zawarte są w „Podręczniku radiofonisty lotniczego" — druk wewnętrzny Aeroklubu PRL),

— zachować stałe, normalne natężenie głosu oraz tempo nieco wolniejsze niż w potocznej mowie. Wymawiać wyraźnie poszczególne słowa, utrzymując stałą odległość (5 cm) mikrofonu od ust oraz prostopadłe ustawienie mikrofonu względem ust,

— odpowiadać tylko na korespondencję adresowaną do danego szybowca lub do wszystkich szybowców (np. meldunek o wypadku, niebezpieczeństwie lub lądowaniu w terenie przygodnym),

— przed zmianą kanału powiadomić o tym stację, z którą prowadzi się korespondencję,

— prowadzenie korespondencji w sprawach prywatnych jest zabronione,
— nawiązując korespondencję radiową należy najpierw wywołać adresata (stacja naziemna lub inny szybowiec czy wóz transportowy), podać kto mówi, a następnie przekazać właściwą informację.

Przykład:

— Leszno Kwadrat, tu Mucha dwadzieścia dwa — trzydzieści pięć nad Golą wys. 1300 m, wznoszenie 2 m.
— Mucha dwadzieścia dwa — trzydzieści pięć, tu Leszno Kwadrat zrozumiałem, zgłosić się za pół godziny.

Rozdział IV

WYPOSAŻENIE SZYBOWCA NA PRZELOT

Lecąc na przelot musimy zawsze liczyć się z możliwością przymusowego lądowania w terenie przygodnym, z pogorszeniem się pogody na lądowisku, a także z koniecznością nieraz długiego oczekiwania na powrotny transport za samolotem czy samochodem.

Biorąc to wszystko pod uwagę, aby oszczędzić sobie niepotrzebnych kłopotów po lądowaniu i mieć możliwość właściwego zabezpieczenia sprzętu w terenie czy podczas transportu powrotnego, pilot, przygotowując szybowiec na przelot, oprócz swojego osobistego wyposażenia powinien załadować do bagażnika „osobiste wyposażenie szybowca".

W skład wyposażenia szybowca na przelot wchodzą:
— książka szybowca,
— protokoły PZU o wyrządzonej szkodzie,
— pokrowce na dyszkę, limuzynkę i na cały szybowiec,
— linka do transportu szybowca w terenie,
— szpilki i linki do kotwiczenia,
— szmaty do czyszczenia limuzyny i szybowca.

Książka szybowca jest dokumentem dla służby technicznej, która przejmuje opiekę nad sprzętem w przypadku lądowania na obcym lotnisku. Po lądowaniu w terenie nie jest konieczne legitymowanie szybowca jego książką, ale w przypadku demontażu i montażu szybowca pilot wpisuje te czynności w odpowiedniej rubryce książki.

Jeśli lądowanie czy transport szybowca w terenie przygodnym wyrządziły jakieś szkody w uprawach, pilot szybowca powinien złożyć właścicielowi pola podpisany przez siebie protokół PZU o wyrządzonej szkodzie, co pozwoli poszkodowanemu wystąpić do PZU o odszkodowanie.

Aby zabezpieczyć dysze prędkościomierza i wariometru przed zanieczyszczeniem czy też przed dmuchaniem w nie, natychmiast po wylądowaniu przykrywamy je pokrowcem. Należy także przykryć limuzynę, aby ją ochronić od kurzu i słońca. Pokrowce na skrzydła i kadłub zakładamy wtedy, gdy przygotowujemy szybowiec do transportu kołowego.

Kilkumetrowy kawałek starej liny holowniczej zakończony typową końcówką z dwoma metalowymi oczkami jest nam w terenie bardzo pomocny przy przeciąganiu szybowca na skraj pola czy na inne pole. Linka podczepiona do zaczepu pozwala na bezpieczny transport przy pomocy ludzi, konia lub traktoru, gdyż w każdej chwili istnieje możliwość jej odczepienia.

Szpilki do kotwiczenia szybowca i kawałki linek zwalniają nas w terenie od konieczności organizowania na miejscu sprzętu do kotwiczenia, co ze względu na dużą nieraz odległość lądowiska od zabudowań, pozwala nam na dużą oszczędność czasu i energii. Czasami chwilowe nawet zabezpieczenie szybowca spadochronem nie jest możliwe ze względu na opady atmosferyczne i wtedy posiadanie własnego sprzętu jest rzeczą nieocenioną.

Przetarcie przed startem z terenu przygodnego zakurzonej czy zaplamionej kroplami deszczu limuzyny jest konieczną czynnością i dlatego należy pamiętać o włożeniu do bagażnika kawałka flaneli, gdyż do tego celu nie nadaje się ani rękaw, ani chustka do nosa.

Potrzebny jest także kawałek płótna, najlepiej flaneli do oczyszczenia całego szybowca z błota lub kurzu i osuszenia z wilgoci.

Jest rzeczą oczywistą, że oprócz książki szybowca i protokołów PZU, o pozostały sprzęt wchodzący w skład wyposażenia szybowca na przelot, lepszy lub gorszy, każdy pilot może wystarać się w terenie. Ale przecież po wylądowaniu spada na pilota tyle obowiązków, że sprawny transport szybowca i zabezpieczenie za pomocą własnego sprzętu pozwolą mu zaoszczędzić siły potrzebne na długą nieraz drogę do telefonu, na przygotowanie lądowiska i lot na holu czy demontaż szybowca i powrotny transport kołowy.

TEMATY KONTROLNE DO ROZDZIAŁU 1

1. Budowa i przeznaczenie zasadniczych części spadochronu.
2. Współdziałanie części spadochronu w czasie jego otwierania, ich wytrzymałość.
3. Spadochrony ratownicze (charakterystyka, typy) i ich dokumenty.
4. Eksploatacja spadochronu: układanie, przechowywanie, transport.
5. Przygotowanie spadochronu do lotu.
6. Przypadki, w jakich wykonuje się skoki ratownicze.
7. Metody wyskoku stosowane przy skokach ratowniczych z szybowców.
8. Skoki ratownicze z dużych i małych wysokości.
9. Technika skoku ratowniczego.
10. Lądowanie przy silnym wietrze, na przeszkody, na las, na wodę.

TEMATY KONTROLNE DO ROZDZIAŁU 2 i 3

1. Jakie wymagania stawiamy lotniczym przyrządom pokładowym?
2. Jakie czynniki powodują powstanie „błędu przyrządu”?
3. Jakie wielkości mierzymy przy pomocy lotniczych przyrządów pokładowych?
4. Opisać budowę pomiarowej rurki spiętrzeniowej (Pitota) i podać, jakie wielkosci mierzy.
5. Opisać budowę pomiarowej dyszy Venturi i podać, jakie wielkości mierzy.
6. Wyjaśnić zasadę działania wysokościomierza — omówić jego konstrukcję.
7. Wyjaśnić zasadę działania prędkościomierza podciśnieniowego — omówić jego konstrukcję.
8. Wyjaśnić zasadę działania prędkościomierza spiętrzeniowego — omówić jego konstrukcję.
9. Wyjaśnić zasadę działania wariometru membranowego — omówić jego konstrukcję.
10. Wyjaśnić zasadę działania wariometru skrzydełkowego — omówić jego konstrukcję.

11. Co to jest VEC — jego zastosowanie.
12. Co to jest współczynnik *K* systemu dajników ciśnienia?
13. Na czym polega zawodnienie przyrządu — sposób zapobiegania.
14. Omówić zasadę działania chyłomierza podłużnego i poprzecznego — opisać ich budowę.
15. Na czym polega zjawisko precesji?
16. Omówić zasadę działania i budowę zakrętomierza elektrycznego.
17. Omówić zasadę działania i budowę zakrętomierza pneumatycznego.
18. Omówić zasadę działania i budowę barografu.
19. W jaki sposób kompensujemy błędy przyrządów powstałe od zmian temperatury?
20. Zasada działania i użytkowanie radiostacji pokładowej.